

mémoire

Magne Clarisse

Promotion 2003-2004

Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées
Option Elaboration et Amélioration de la Production Végétale

Effet de la charge en fruits sur la croissance
végétative de plusieurs variétés de manguier
à l'île de la Réunion



Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées
Option Elaboration et Amélioration de la Production Végétale

Effet de la charge en fruits sur la croissance
végétative de plusieurs variétés de manguier
à l'île de la Réunion

Etude réalisée au : CIRAD FLHOR de Bassin-Plat

Encadrants :

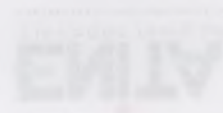
Maître de stage : Normand Frédéric (CIRAD)

Lauri Pierre-Eric (INRA-ENSAM)

Tuteur pédagogique : Guilliot Agnès

Mémoire soutenu le 7 octobre 2004,
à l'Ecole Nationale des Ingénieurs des Travaux Agricoles





École Nationale des Ingénieurs des Travaux Agricoles
Mémoire soutenu le 3 octobre 2004

Tuteur pédagogique : Olivier Aubert

Examinateur : Jean Pierre-Luc (INRA-EMITA)

Membre de jury : Norbert Frédéric (CIRAD)

Encadrant :

Équipe réalisatrice : CIRAD ETHOR de Bassin-Pari

à l'île de la Réunion
végétative de plusieurs variétés de mangues
Effet de la charge en fruits sur la croissance

Option Elaboration et Amélioration de la Production Végétale
Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Frédéric Normand, pour m'avoir accueilli au sein de son équipe. Merci pour les précieux conseils délivrés tout au long du stage, pour l'autonomie et la confiance accordée. Merci également à Pierre-Eric Lauri d'avoir été aussi disponible.

Mes remerciements s'adressent ensuite à Doralice Jessu, sans qui mon stage n'aurait pas été aussi efficace. Merci de m'avoir supporté pendant des journées entières sur le terrain, de ne pas me tenir rigueur des escalades que je t'ai fait faire dans les manguiers et aussi pour m'avoir fait découvrir les pâtisseries locales... Merci pour ton dynamisme et ton enthousiasme à toute épreuve.

Merci aussi à Philippe et à Christian pour leurs bonnes humeurs quotidiennes.

Une pensée pour tous les stagiaires (Sab, Raph, Caro, Douph...) et les Vats (Kélène, Béo...) qui ont contribué à rendre le séjour à la Réunion des plus sympathiques.

Un mot pour Bic et Ti'loran sans qui la case n'aurait jamais connu un tel éclat et pour les bons petits plats de chef.

Enfin, merci à tous ceux qui ont participé à cet élan collectif de bonhomie.

Abstract

Mango tree is an alternative fruit tree; despite the increased request it's an unattractive crop due to its low yield capacity. In order to export and diversify mango crop, the Cirad of Réunion island decided to purchase scientific knowledge and elaborate technical solutions leading to the increase of yield and quality of mango tree. The hypothesis of a relation between vegetative growth and flowering includes a study of vegetative growth of mango tree. In this context our work deals with the study of fruits effect on vegetative growth of seven mango cultivars.

Five trees per varieties are followed. Young fruits of two trees have been thinning on november 2003. The others have beared fruits up to maturity. We described reiteration and sequential branching: number of new axes emitted, number of growth units per axes, and their morphometry (basis diameter, biomass, number of leaves and area leaf) and phenological caracterics.

In general, fruit weight affected growth start of initial growth units. Among this growth units, the one witch have carried out fruits start off again with difficulty. Thinning trees have a more precocious vegetative growth then tree bearing in fruits. Vegetative axes of tree bearing in fruits and thinning tree contribute in a largest way to emission of the biomass and area leaf. Suppression of carbon wells by thinning or after harvesting allows to start rapidly vegetative growth. This suggests a competition in carbon between reproductive and vegetative structures of tree.

Key words : Mango, thinning, sequential branching, morphometry, phenological, vegetative growth.

Table des matières

| | |
|--------------------|---|
| INTRODUCTION | 1 |
|--------------------|---|

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIE

| | |
|---|---|
| 1. ORIGINE, TAXONOMIE ET GENETIQUE..... | 2 |
| 1.1 HISTORIQUE DU MANGUIER | 2 |
| 1.2 TAXONOMIE | 2 |
| 1.3 GENETIQUE ET VOIES D'AMELIORATION | 2 |
| 2. DESCRIPTION ET ARCHITECTURE DE L'ARBRE..... | 3 |
| 2.1 DESCRIPTION DU MANGUIER | 3 |
| 2.1.1 Appareil végétatif aérien | 3 |
| 2.1.2 Appareil racinaire..... | 3 |
| 2.1.3 Appareil reproducteur..... | 3 |
| 2.2 MODELE ARCHITECTURAL | 4 |
| 2.3 MORPHOGENESE | 4 |
| 2.3.1 Croissance rythmique..... | 4 |
| 2.3.2 Désynchronisation..... | 4 |
| 2.3.3 Ramification séquentielle..... | 5 |
| 2.3.4 Ramification retardée : notion de réitération | 5 |
| 2.4 CROISSANCE DE L' ARBRE | 5 |
| 2.5 CYCLE PHENOLOGIQUE | 5 |
| 3. PROBLEMATIQUES AGRONOMIQUES SUR MANGUIER | 6 |
| 4. TRAVAUX DE RECHERCHE SUR MANGUIER A LA REUNION..... | 6 |
| 4.1 ORIENTATION DES RECHERCHES | 6 |
| 4.2 CONNAISSANCES ACTUELLES | 7 |
| 5. OBJECTIFS DU STAGE..... | 8 |

MATERIELS ET METHODES

| | |
|--|----|
| 1. DESCRIPTION DU VERGER..... | 9 |
| 1.1 LOCALISATION DE LA PARCELLE | 9 |
| 1.2 CARACTERISTIQUES PEDO-CLIMATIQUES DE LA PARCELLE | 9 |
| 1.2.1 Climat..... | 9 |
| 1.2.2 Sol | 9 |
| 1.3 PLANTATION | 9 |
| 1.4 ENTRETIEN DE LA PARCELLE | 10 |
| 1.4.1 Fertilisation | 10 |
| 1.4.2 Irrigation | 10 |
| 1.4.3 Interventions culturales et traitements phytosanitaires..... | 10 |
| 1.5 VARIETES ETUDIEES | 10 |
| 2. DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET PROTOCOLE | 12 |

| | |
|--|----|
| 2.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL | 12 |
| 2.2 ACQUISITION DES DONNEES | 12 |
| 2.3 CALENDRIER PHENOLOGIQUE..... | 12 |
| 2.4 EFFET DE LA CHARGE EN FRUITS SUR LA CROISSANCE VEGETATIVE DEPUIS LA FLORAISON 2003 | 13 |
| 2.4.1 Dénombrement des axes émis et de leur nombre d'UC..... | 13 |
| 2.4.2 Déroulement de la croissance végétative dans le temps..... | 13 |
| 2.4.3 Morphométrie | 14 |
| 2.5 TRAITEMENT DES DONNEES..... | 14 |

RESULTATS

| | |
|--|-----------|
| 1. RAMIFICATION SEQUENTIELLE..... | 16 |
| 1.1 NOMBRE D'AXES ET D'UC MIS EN PLACE..... | 16 |
| 1.1.1 Irwin..... | 18 |
| 1.1.2 José | 19 |
| 1.1.3 Kensington Pride..... | 20 |
| 1.1.4 Kent..... | 21 |
| 1.1.5 Lirfa..... | 23 |
| 1.1.6 Nam Doc Mai..... | 24 |
| 1.1.7 Tommy Atkins..... | 25 |
| 1.2 PHENOLOGIE | 26 |
| 1.2.1 Date d'émission des axes et des UC des axe sémis | 26 |
| 1.2.2 Longueurs des UC en fonction du temps | 29 |
| 1.3 MORPHOMETRIE | 29 |
| 2. REITERATION..... | 31 |
| 2.1 IRWIN | 31 |
| 2.2 TOMMY ATKINS | 32 |

| | |
|------------------------|-----------|
| DISCUSSION..... | 34 |
|------------------------|-----------|

| | |
|------------------------|-----------|
| CONCLUSION..... | 39 |
|------------------------|-----------|

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Introduction

Actuellement, l'engouement des consommateurs pour les fruits tropicaux et plus particulièrement la mangue constitue un enjeu économique de premier ordre.

En effet, la mangue se situe au cinquième rang mondial des productions fruitières et connaît récemment un essor important à l'île de la Réunion (Ramburn et De Fontenay, 2000). Elle représente la troisième espèce fruitière la plus plantée après les agrumes et le litchi. Cependant, la production (jusqu'à 3500t/an) est essentiellement auto-consommée. *→ ces raisons ?*

Le manguier est un arbre fruitier alternant. Son manque de productivité rend donc cette culture peu attrayante. Ainsi, de nombreuses études s'attachent à une meilleure connaissance de cet arbre et plus particulièrement aux facteurs conditionnant la floraison et la fructification.

C'est dans un objectif d'exportation et de diversification que le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, département des Fruits, Légumes et productions Horticoles (CIRAD FLHOR), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et d'autres partenaires réunionnais se sont associés dans un groupement d'intérêts scientifiques (GIS) Hortitrop dont l'objectif est l'acquisition de connaissances scientifiques et l'élaboration de solutions techniques permettant d'améliorer la production horticole, et singulièrement celle du manguier, en zone tropicale. A partir d'études biologiques et physiologiques, ce GIS doit élaborer des itinéraires techniques respectueux de l'environnement, visant à améliorer la qualité des productions horticoles à l'île de la Réunion (CIRAD info, 2003).

La qualité de la fructification et la réduction de l'alternance nécessitent une certaine vigueur de l'arbre. A ce titre, l'architecture globale de l'arbre est à prendre en considération. Il ne faut donc pas seulement s'attacher à la croissance végétative spécifique des rameaux porteurs de la sexualité. Le but étant d'élaborer des itinéraires culturaux raisonnés (irrigation, fumure, taille, régulateurs de croissance...) pouvant permettre de limiter l'irrégularité de la floraison et d'obtenir des récoltes plus précoces et groupées, plus faciles à gérer. *) oui*



SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Figure 1 : Répartition de la culture de la mangrove dans le monde (Mitsch, 1997)

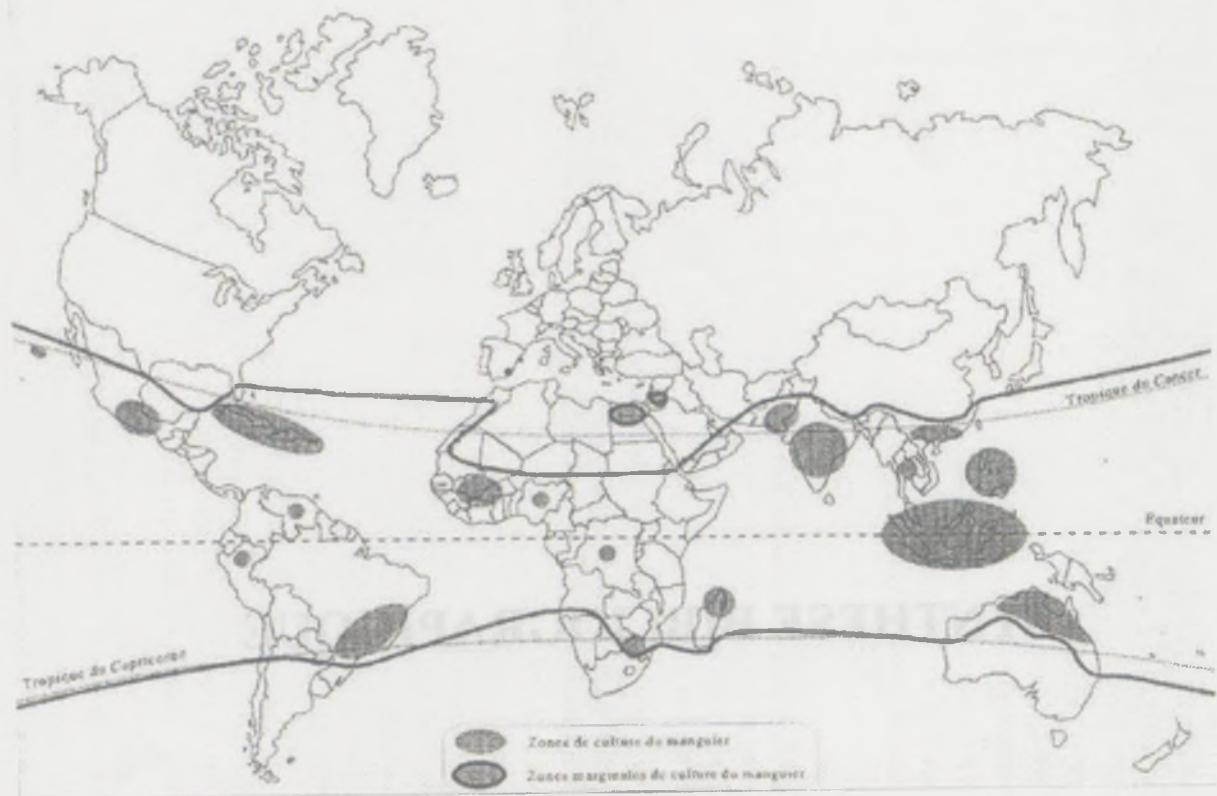


Figure 1 : Répartition de la culture de la mangue dans le monde (Mukherjee, 1997).

1. Origine, taxonomie et génétique

1.1 Historique du manguiier

Le manguiier, *Mangifera indica* L., originaire d'une vaste zone s'étendant de l'Inde aux Philippines est cultivé depuis plus de 4000 ans. Il fut introduit au XVI^{ème} au Brésil et en Afrique par les portugais. Disséminé autour de la ceinture intertropicale par les navigateurs dès le XVII^{ème} siècle, c'est à cette époque qu'il fut introduit à la Réunion (1770) par Deguigne de la Bérangerie.

Le manguiier est maintenant cultivé dans toute la zone intertropicale du monde, à l'exception des régions où le climat lui est défavorable : gel, pluviosité trop faible, climat sans saison sèche marquée. Dans quelques cas cependant, la zone de culture déborde les tropiques (figure 1).

1.2 Taxonomie

Le manguiier est une dicotylédone dont la classification est la suivante:

- Division des *Magnoliophyta*,
- Classe des *Magnoliopsida*,
- Sous-classe des *Rosidae*,
- Ordre des *Sapindales*,
- Famille des *Anacardiaceae*,
- Genre *Mangifera* L.,
- Espèce *indica* L.

Il existe de part le monde plus de 1000 variétés de mangues différentes. A la Réunion, une cinquantaine de variétés ont pu être identifiées (Chambre d'Agriculture, 2000).

1.3 Génétique et voies d'amélioration

On distingue 2 groupes de cultivars :

- les variétés à graine monoembryonnée (un embryon sexué) : originaires des régions fraîches et sèches de l'Inde, caractérisées par leur sensibilité à l'humidité.
- les variétés à graine polyembryonnée (un embryon sexué et plusieurs embryons nucellaires) : originaires des zones chaudes et humides, elles présentent une tolérance aux fortes humidités. Elles permettent également d'obtenir par semis des porte-greffes homogènes pour les variétés monoembryonnées.

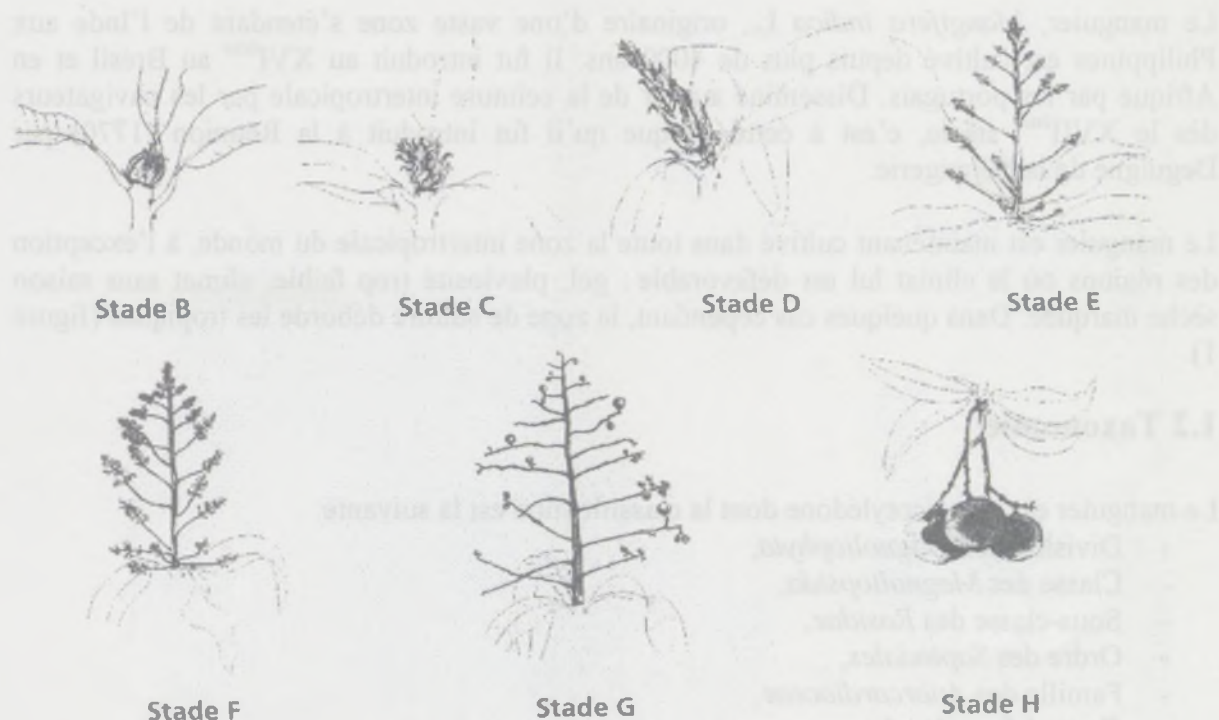
L'éventail des variations génétiques et la facilité avec laquelle un hybride peut être propagé végétativement rendent les méthodes de croisement du manguiier attractives.

Cependant, de nombreux programmes d'hybridation ont connu des échecs. En effet, le manguiier est une plante difficile à manipuler du fait de certains caractères inhérents (Litz, 1997) :

- une phase juvénile longue
- un fort taux de variabilité génétique
- une graine par fruit
- la polyembryonnie de certains cultivars

Biologie florale du manguier

Dessins d'après A. FRANCK



Phénologie de la panicule florale

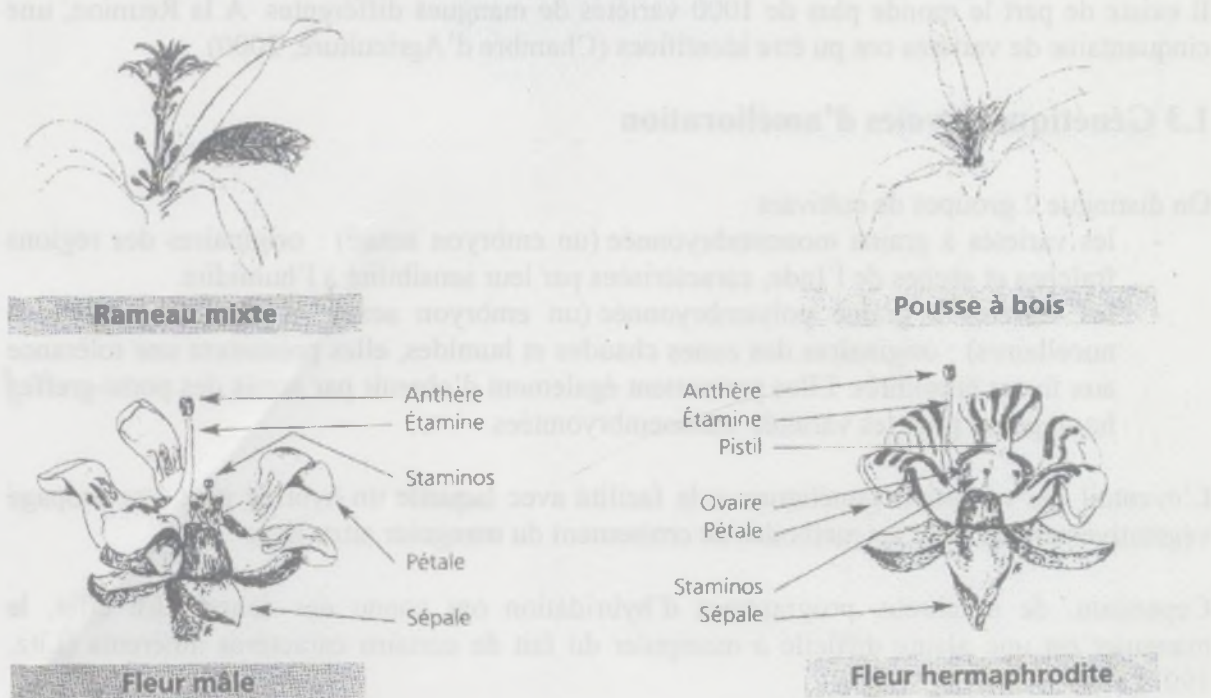


Figure 2 : Biologie florale du manguier et phénologie de la panicule florale (Chambre d'Agriculture de la Réunion).

- la nécessité de grandes surfaces pour évaluer significativement les hybrides...

L'amélioration génétique du manguier consiste essentiellement en la création de collections d'hybrides intervariétaux (Human et Rheeder, 2004) via la sélection massale dans des descendance de croisements contrôlés. Ces hybrides sont en général comparés aux variétés commerciales au niveau rendement, taille et qualité du fruit.

Le génie génétique constitue une approche alternative pour améliorer la production. Les techniques actuellement pratiquées sont (Litz, 2004):

- l'embryogenèse somatique (régénération à partir de cultures d'extrait nucellaire de jeunes fruits),
- la mutagenèse induite par des radiations ionisantes,
- la transformation génétique via *Agrobacterium tumefaciens*.

Mais comme pour la plupart des espèces pérennes, la propagation de nouveaux cultivars est lente (Lyer, 1996).

2. Description et architecture de l'arbre

2.1 Description du manguier

2.1.1 Appareil végétatif aérien

C'est un arbre fruitier à écorce lisse d'un gris-brun foncé à noir pouvant atteindre 30 m de hauteur. Il est caractérisé par un port érigé, plus ou moins étalé.

Son feuillage est persistant et aromatique à odeur de térébenthine. Ses feuilles minces et vertes foncées, de formes oblongues et pointues peuvent mesurer jusqu'à 30 cm de long pour une largeur allant jusqu'à 4cm. Le renouvellement des feuilles se fait par poussées végétatives rythmiques ou « flushs ».

2.1.2 Appareil racinaire

Un système à la fois pivotant et fasciculé caractérise cette espèce. Les racines pivotantes, de forme conique, à orientation verticale, assurent l'ancrage de l'arbre au sol durant les premiers stades de son développement. Elles sont ramifiées et peuvent explorer le sol jusqu'à une profondeur de 6m.

2.1.3 Appareil reproducteur

Une panicule de manguier (figure 2) est constituée d'une multitude de petites fleurs (2000 en moyenne) jaunâtres ou rougeâtres odoriférantes dont la majorité ne porte que les organes reproducteurs mâle (étamines). Cependant, une minorité de fleurs, entre 1% et 30%, sont hermaphrodites, c'est-à-dire qu'elles possèdent à la fois les organes reproducteurs mâle (étamines) et femelle (pistil). Ce sont uniquement ces dernières qui peuvent produire des fruits puisque le manguier est une espèce auto-compatible (allogame). Les fleurs sont peu nectarifères et sont pollinisées par des mouches (diptères), des thrips (thysanoptères) et des abeilles (hyménoptères). Le pourcentage de fleurs fécondées varie de 3% à 35%, bien que la production de pollen soit abondante.

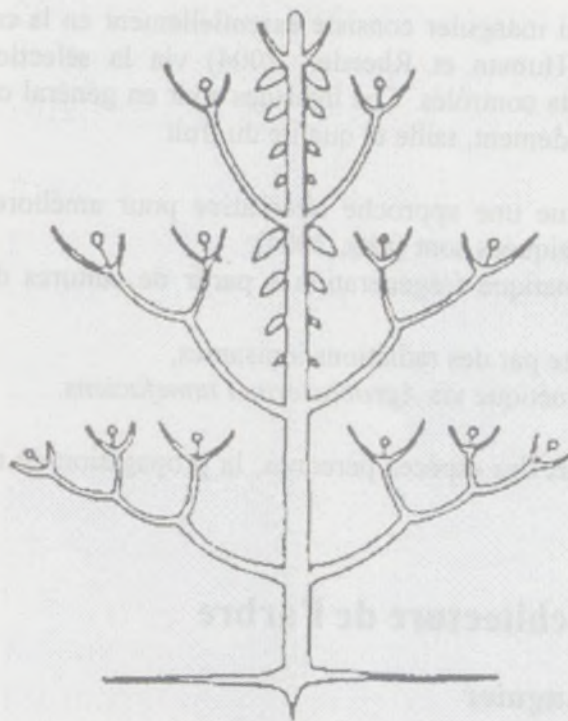


Figure 3 : Modèle architectural de Scaronne



Figure 4 : Croissance monopodiale

mort du méristème terminal

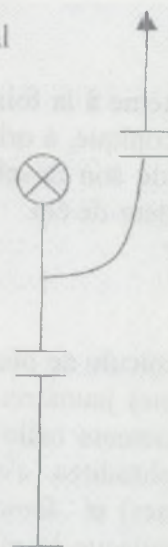


Figure 5 : Croissance sympodiale

Des panicules mixtes, portant des fleurs et des feuilles, sont parfois observées mais produisent rarement des fruits. Il peut y avoir jusqu'à trois floraisons successives sur un même arbre. Ce phénomène est plus ou moins marqué selon les années et les variétés. Les fruits arrivent à maturité 100 à 150 jours après la floraison. Cependant, la panicule ne pouvant supporter un trop grand nombre de fruits, de nombreux fruits chutent à un stade précoce. Le fruit, drupe ovale à peau (épicarpe) cireuse et lisse, de couleur jaune verdâtre à rouge orangé selon les variétés, présente une pulpe (mésocarpe) charnue et un noyau (endocarpe) épais, dur et fibreux. Sa taille et son poids sont très variables : il peut peser de 200g à 1kg. 00+

2.2 Modèle architectural

Le manguiier suit le modèle architectural de Scaronne (figure 3) comme arbre ramifié à axes végétatifs différenciés. La croissance du manguiier est à la fois sympodiale et monopodiale. Le tronc est monopode (figure 4) orthotrope et porte des étages de branches sympodiales (figure 5), en position verticillée ou étagée, à sexualité terminale. La floraison apicale marque la fin de la croissance monopodiale des rameaux, ce qui aboutit à une ramification de structure sympodiale : reprise de l'élongation sur les bourgeons axillaires.

2.3 Morphogenèse

Le développement de la partie aérienne du manguiier est assez différent de celui des autres arbres fruitiers. La poussée végétative du manguiier n'est pas continue mais a tendance à être ponctuelle (Chacko, 1984). L'initiation et le développement précoce de chaque nouveau flush, suivi d'une période de dormance aide les pousses à atteindre la physiologie permettant l'induction de la floraison (Singh, 1978). Cependant le comportement végétatif et reproductif du manguiier varie selon la variété et les conditions environnementales (Chacko, 1984 et Singh, 1978). Une meilleure compréhension de la croissance en réponse à un environnement donné est rendue nécessaire pour permettre de développer des techniques culturales plus appropriées.

2.3.1 Croissance rythmique

Dès son plus jeune âge, le manguiier suit une croissance rythmique. Au début, les poussées végétatives se succèdent plus rapidement.

A la Réunion, la croissance du manguiier se traduit par des poussées végétatives rythmiques, ou flushs successifs, de décembre à mi-mai, soit pendant l'été austral. Ces flushs se caractérisent par l'émission d'unités de croissance (UC) s'étendant sur trois à quatre semaines, suivie d'un arrêt de croissance ou entrée en dormance. Le nombre de poussées végétatives est, entre autre, sous la dépendance du climat et varie de deux à cinq par an (cités dans...). Le manguiier présente un comportement différent de la plupart des arbres fruitiers sous climats tempérés où la croissance végétative est souvent continue (Chacko, 1984).

2.3.2 Désynchronisation

La désynchronisation, plus marquée chez l'adulte que chez le jeune arbre, se manifeste par une absence de hiérarchie chronologique entre les rameaux qui n'évoluent pas simultanément au sein de l'arbre. Ce phénomène se traduit par des différences du nombre de poussées végétatives au sein d'un rameau, ou groupe de rameaux, et le développement simultané de

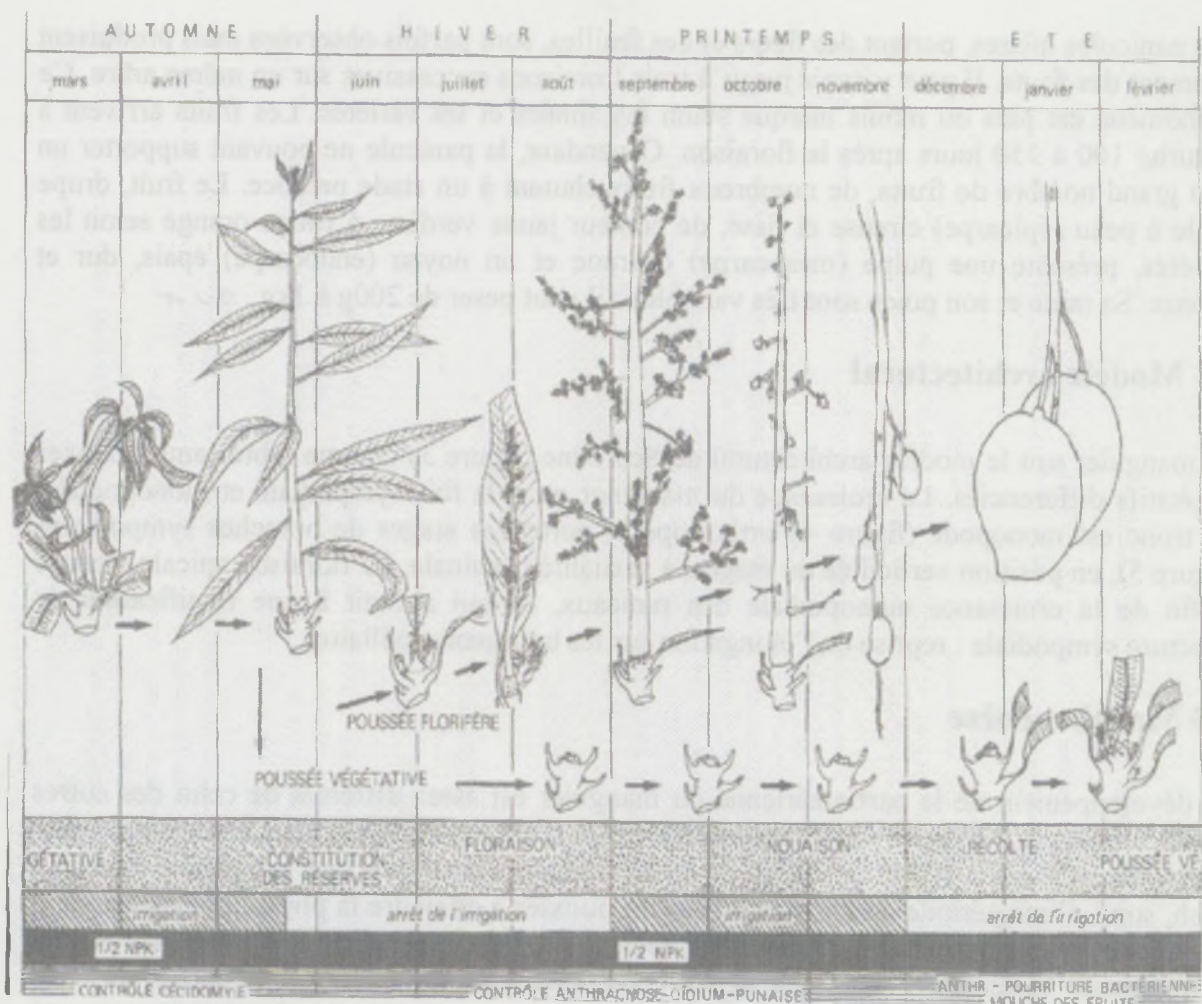


Figure 6 : Cycle phénologique du manguiier à la Réunion (Aubert, 1975).

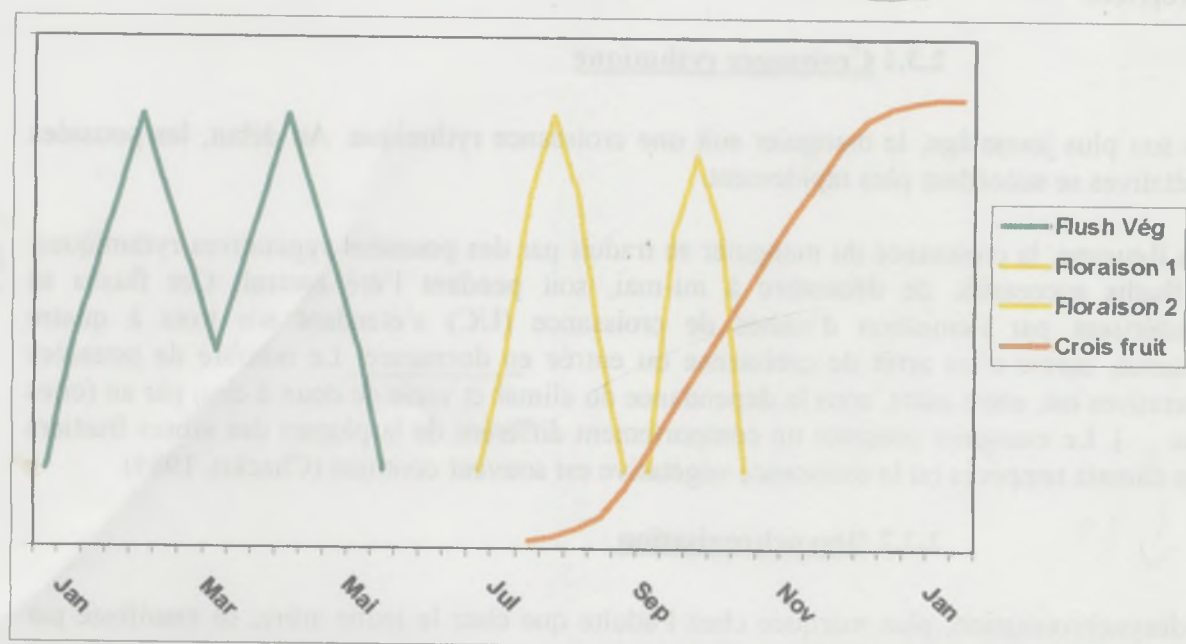


Figure 7 : Phénologie du manguiier à la Réunion (Bayot, 2003).

ramifications entièrement végétatives ou florifères. Les flushs du manguier sont relativement indépendants d'une branche charpentière à l'autre sur un même arbre (Goguey, 1996).

2.3.3 Ramification séquentielle

La ramification séquentielle du manguier s'effectue essentiellement en position subapicale, sur les unités de croissance terminales. Les axes secondaires ont généralement un développement végétatif simultané, sans dominance de l'un d'entre eux, si le porteur continue sa croissance. Dans le cas de la mort du méristème terminal, l'axe secondaire le plus proche de l'apex prendra le relais de l'axe dont il est issu (Goguey, 1996).

2.3.4 Ramification retardée : notion de réitération

Le manguier a la particularité de mettre en place des structures qui reproduisent la structure de l'arbre entier, les réitérats, permettant à l'arbre de rajeunir sa canopée. Issus de bourgeons latents, ils semblent bénéficier d'une séparation spatio-temporelle avec les sites de croissance de la périphérie de l'arbre. Ceci leur confère une relative autonomie de croissance et de fructification. Ces complexes réitérés jouent un rôle important dans la fructification de certains cultivars (Goguey, 1996).

2.4 Croissance de l'arbre

Au cours du développement de l'arbre, on peut observer trois phases :

- Phase juvénile jusqu'à 3 à 6 ans : les méristèmes terminaux sont en croissance végétative afin de mettre en place la structure de base de l'arbre, ce qui entraîne une succession rapide des flushs de croissance.
- Phase adulte jeune après l'émission des premières inflorescences : l'arbre n'exprime qu'une partie de sa sexualité.
- Phase adulte au-delà de 10 ans : La production augmente avec l'âge de l'arbre. On observe également un « rajeunissement » de l'arbre via la formation de réitérats ou complexes réitérés qui permettent une reproduction totale ou partielle du modèle architectural de l'arbre.

2.5 Cycle phénologique

→ travaux Sylvie Jaffuel et ??
Rajala Jannoyen
P.E. Lohu

La connaissance du cycle phénologique du manguier permet d'apporter des avancées importantes dans la compréhension et la gestion de l'élaboration du rendement. Par cycle phénologique, on entend les différentes phases annuelles de développement des bourgeons végétatifs et florifères (figure 6 et 7).

Les bourgeons produisent des pousses feuillées qui assurent la croissance végétative de l'arbre. En général, 3 grandes poussées végétatives se succèdent de décembre à avril à la Réunion. Ces bourgeons peuvent se transformer en bourgeons à fleurs à la faveur de conditions climatiques particulières, notamment la sécheresse et la fraîcheur de l'hiver austral : c'est ce que l'on appelle la différenciation florale. Cette dernière, a principalement lieu sur la poussée végétative de fin d'été. Les bourgeons apicaux donnent la panicule florale parfois accompagnée de panicules subapicales.

3. Problématiques agronomiques sur manguier

D'une façon générale, la productivité du manguier n'est pas en rapport avec son potentiel de production. En effet, le rendement d'un manguier est relativement faible et variable (de 4t à 30t/ha). Ceci indique la nécessité d'améliorer la gestion des cultures, via l'amélioration du matériel végétal ou l'utilisation de techniques agricoles raisonnées.

Augmenter la productivité est le but de nombreux programmes, qui l'étudient sous différents aspects :

- recherche de nouvelles variétés,
- hausse des taux de nouaison, *en relation avec protection phytosanitaire*
- adéquation de la fumure, de l'irrigation... afin d'induire un cycle pour les étapes phénologiques de l'arbre et régulariser la production, *irrigation*
- ...

4. Travaux de recherche sur manguier à La Réunion

Le choix de cette espèce est essentiellement lié à son importance économique, mais aussi à l'existence d'un ensemble de données sur son architecture (Goguey, 1995). L'approche architecturale permet d'intégrer le développement de certains organes de l'arbre et d'envisager ainsi des interactions entre l'architecture des systèmes aériens et racinaires, la floraison et la fructification. *J. Huel.*

4.1 Orientation des recherches

L'augmentation de la production et donc le contrôle de la floraison chez le manguier est un facteur clé autant pour les tropiques que les régions subtropicales. Les pratiques horticoles actuelles, en dehors de la Réunion, consistent en l'utilisation de produits chimiques ou de techniques culturales pour influencer sur la floraison (Cull, 1991). *cf 2-3-4. page 4 ?*

Les travaux sur la conduite de l'arbre fruitier en verger, menés depuis quelques années sur le pommier par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), ont montré l'intérêt de la prise en compte des caractéristiques naturelles de croissance, de ramification et de floraison de l'espèce et de ses cultivars, pour l'amélioration de leur conduite. Les objectifs sont la formalisation d'itinéraires techniques favorisant la régularité et la qualité de la production. En effet, il existe chez le pommier une relation entre le port des différents cultivars et la tendance à l'alternance de production (Lauri et Goguey, 1999).

Ce couplage entre recherche sur la biologie de l'arbre et sa valorisation par des applications en verger de production constitue un des axes du programme conjoint CIRAD-INRA de recherche sur le manguier à la Réunion. Ceci afin de maîtriser la floraison et la fructification de l'arbre en verger. Sur un plan général, les éléments de morphologie, biologie florale ou phénologie des arbres tropicaux, et plus particulièrement le manguier, doivent certainement être approfondis et élargis à la variabilité intraspécifique.

Les perspectives d'applications agronomiques dégagées par Costes sur litchi (1988) à partir de l'analyse de l'architecture de l'arbre illustrent l'intérêt d'une meilleure connaissance de la biologie de l'arbre pour l'amélioration de sa conduite en verger.

Cependant, l'application au manguier, en région intertropicale, des schémas classiques de conduite développés sur les arbres fruitiers tempérés s'est souvent avérée inefficace. Plusieurs raisons peuvent être évoquées pour l'expliquer (Lauri et Goguey, 1999) :

- La forte croissance végétative, en port libre, retarde fortement l'entrée en production et rend difficile la maîtrise du volume de l'arbre.
- La vigueur augmente la réactivité du végétal aux manipulations et rend plus délicates les opérations de conduite notamment la taille.
- Le désynchronisme apparent du fonctionnement des différents rameaux dans la couronne empêche l'application des règles de conduite stéréotypées.
- La floraison en position terminale et non latérale.

La confrontation des travaux réalisés sur pommier et manguier permet de discuter 3 thèmes :

- les niveaux d'intégration dans l'arbre et leur intérêt agronomique,
- les relations entre croissance végétative et floraison,
- la maîtrise de la fructification par une conduite adaptée de l'arbre.

Des travaux peuvent donc déboucher sur des applications en verger : estimation de la charge optimale et des facteurs déterminants de la régularité de la production des arbres fruitiers, intérêt agronomique du renouvellement, ou a contrario du vieillissement, des structures fructifères, qualité du fruit en fonction de sa position dans la couronne de l'arbre.

4.2 Connaissances actuelles

Des études précises ont montré :

- qu'une structure végétative minimale, suivie d'une période de croissance nulle, favorise en général l'élaboration d'inflorescence par les méristèmes terminaux,
- la corrélation entre biomasse foliaire et apparition de la sexualité,
- l'absence d'antagonisme entre croissance végétative et induction florale lorsque ces phénomènes ne sont pas des événements simultanés,
- que la qualité de la floraison, définie comme l'aptitude d'une inflorescence à produire des fruits, est corrélée positivement à la vigueur de l'axe jusqu'à un certain seuil.

La différenciation sexuelle est liée à la perte progressive de la dominance apicale (Goguey, 1995). La période de dormance nécessaire à la différenciation du bourgeon terminal correspond à la phase d'accumulation des sucres sollicités lors de la mise à fruit (Goguey, 1995). En effet, il a été montré chez le pommier que la surface des feuilles des UC ayant fleuri est plus importante (Lauri et Terouanne, 1995, cités par Goguey).

Néanmoins, il s'avère que les puits actifs comme les jeunes feuilles, les tiges immatures, les fleurs, les fruits, le cambium et les racines constituent des inhibiteurs de la floraison du manguier en détournant les assimilats du méristème apical. Les formes de stress (basses températures, hydrique ou physique) inhibent ou suppriment l'activité des puits qui rentrent en compétition avec les méristèmes et peuvent conduire à la synthèse d'un stimulus conduisant à l'induction de la floraison (Chacko, 1991).

Il apparaît également que les complexes réitérés portent une part de plus en plus importante des fruits à mesure que l'arbre vieillit. La gestion dans le temps et l'espace des complexes réitérés apparaît donc importante pour la définition d'itinéraires prenant en compte la structure du verger (distance de plantation, hauteur de l'arbre, palissage) et les éléments de base de la conduite des arbres, arcure et taille notamment. Des études ont montré que la taille

CP → *Grewia* *Sueh*
Africana
Julian-San

au niveau de la portion apicale induisait la floraison des méristèmes axillaires, si l'induction florale de l'UC est réalisée. De plus l'association de la taille et d'une incision annulaire (girdling) des parties terminales des axes augmenterait le taux de nouaison des inflorescences (Goguey, 1995).

5. Objectifs du stage

Cette étude porte sur la caractérisation de la croissance végétative de plusieurs variétés de manguiers soumis à des niveaux de charge en fruits différents. Ceci afin d'établir la typologie de leur comportement au moyen de variables spatio-temporelles discriminantes (nombre d'UC, date de mise en place, longueur, diamètre, biomasse...). La démarche consiste en une analyse des effets de la charge en fruits (pleine charge et charge nulle) sur la croissance et la ramification des cultivars.

καταγράφου και οργάνω

σημείων και σημείων και με τη σειρά των πραγμάτων (δηλαδή αριθμ. α. αριθμ. αριθμ.) και με τη σειρά των α. με
9.11.12. και με τη σειρά των πραγμάτων (δηλαδή αριθμ. αριθμ. αριθμ.) 1.1.1. και με τη σειρά των πραγμάτων
και με τη σειρά των πραγμάτων και με τη σειρά των πραγμάτων (δηλαδή αριθμ. αριθμ. αριθμ.) 1.1.1. και με τη
σειρά των πραγμάτων και με τη σειρά των πραγμάτων (δηλαδή αριθμ. αριθμ. αριθμ.) 1.1.1. και με τη
σειρά των πραγμάτων και με τη σειρά των πραγμάτων (δηλαδή αριθμ. αριθμ. αριθμ.) 1.1.1. και με τη

2. Οργάνωση και αριθμ.

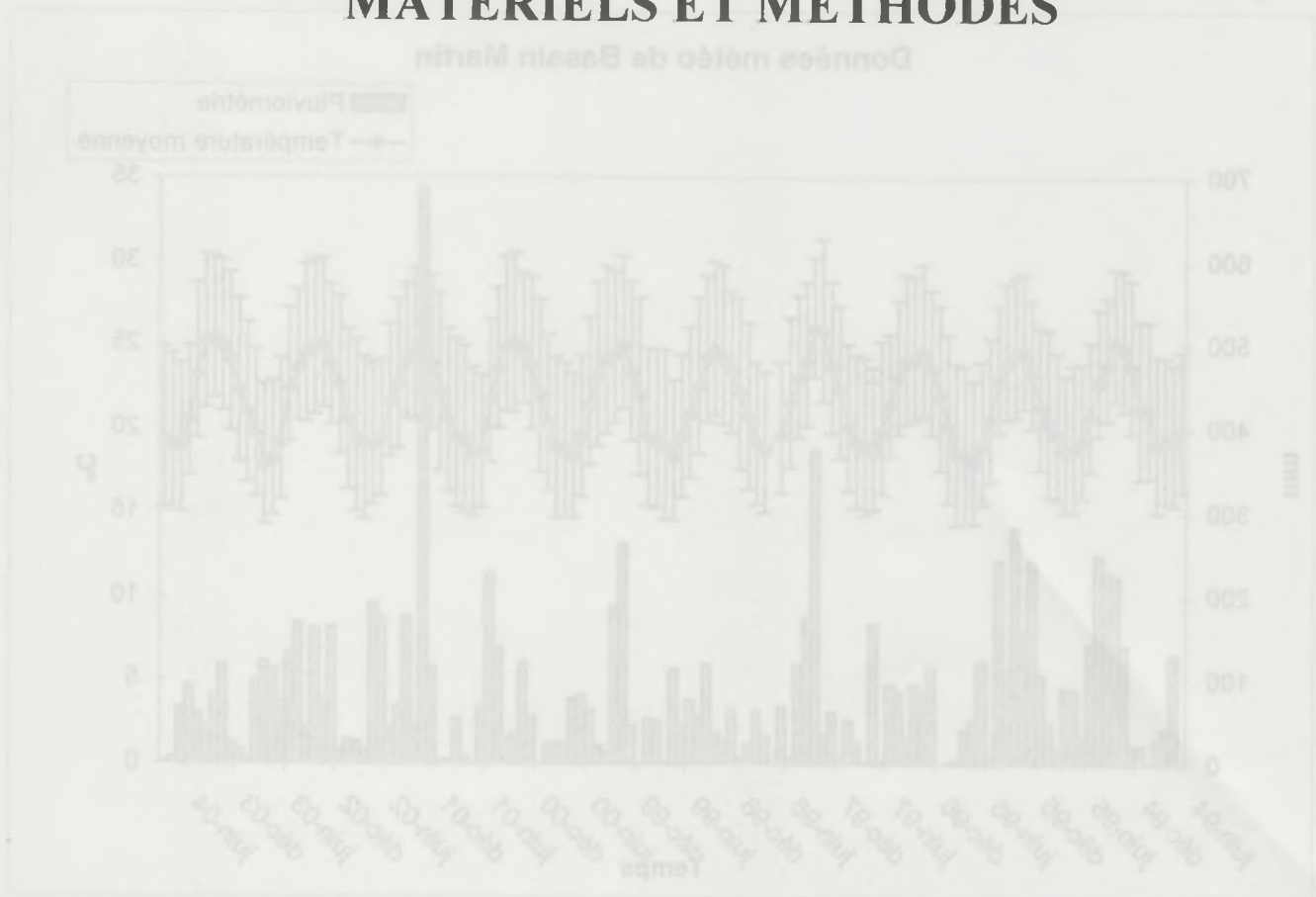
(19.11.12. 1882)

(δηλαδή) και με τη σειρά των πραγμάτων (δηλαδή αριθμ. αριθμ. αριθμ.) 1.1.1. και με τη σειρά των πραγμάτων
και με τη σειρά των πραγμάτων (δηλαδή αριθμ. αριθμ. αριθμ.) 1.1.1. και με τη σειρά των πραγμάτων
και με τη σειρά των πραγμάτων (δηλαδή αριθμ. αριθμ. αριθμ.) 1.1.1. και με τη σειρά των πραγμάτων



Figure 2 : Répartition des surfaces en altitude (La Chambre d'Agriculture de la Réunion, 2002)

MATERIELS ET METHODES



Répartition des surfaces cultivées en manguiers à la Réunion
(Surfaces selon Agreste 2000 ; répartition géographique d'après la Chambre d'Agriculture de la Réunion, 1999)

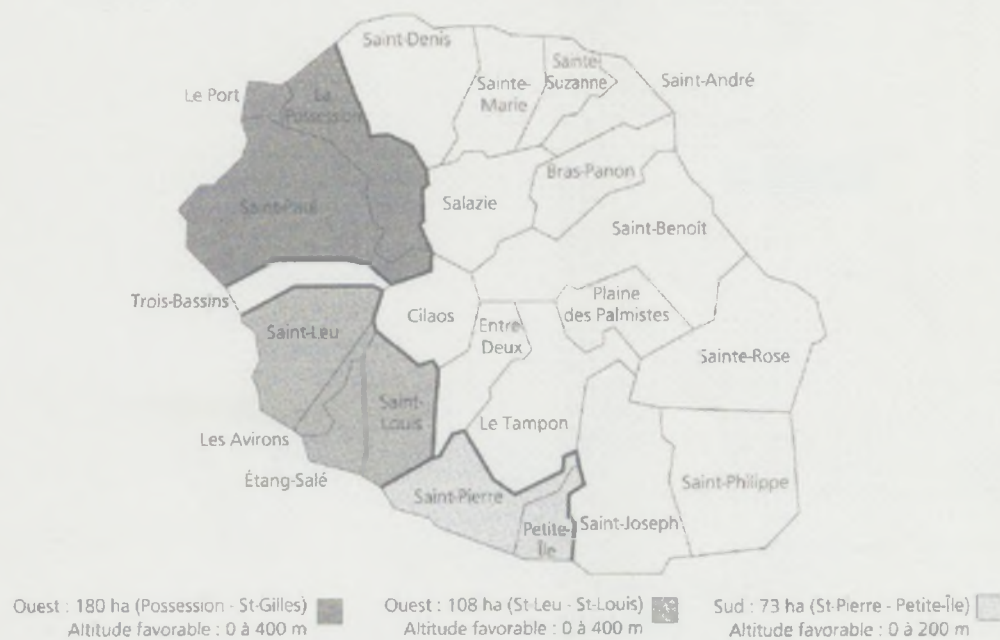


Figure 8 : Répartition des surfaces en altitudes (La Chambre d'Agriculture de la Réunion, 2002).

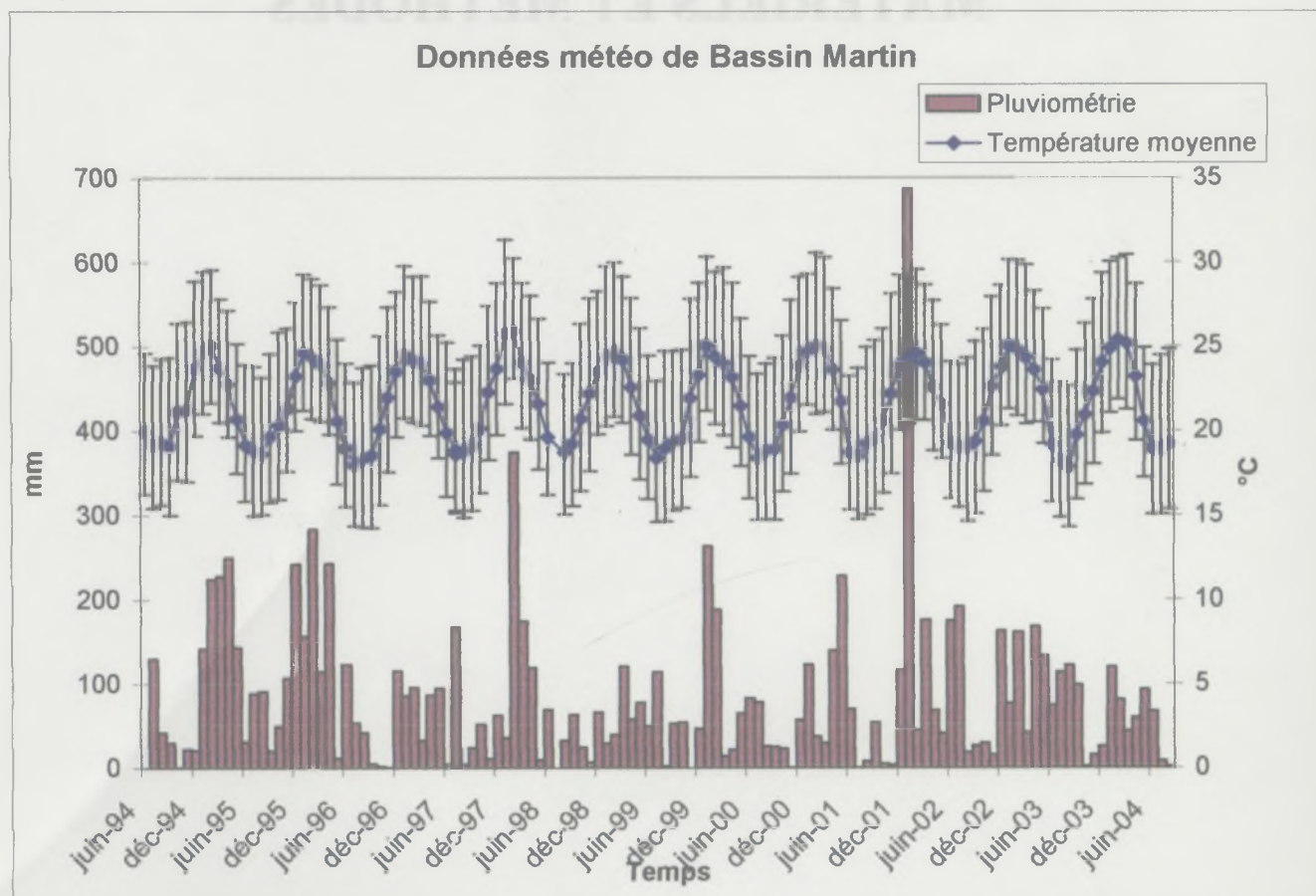


Figure 9 : Données climatiques des dix dernières années de 1994 à 2004 (Station bassin Martin, Météo France).

1. Description du verger

1.1 Localisation de la parcelle

L'essai est mené sur une parcelle située sur la station CIRAD de Bassin Martin, à l'Est de Saint-Pierre, à 285 mètres d'altitude (figure 8).

1.2 Caractéristiques pédo-climatiques de la parcelle

1.2.1 Climat

La température moyenne annuelle avoisine les 21-22°C dans cette région ventée et très ensoleillée (2600-3000 heures par an). Dans cette zone, dite « sous le vent », à basse altitude, la pluviométrie annuelle moyenne est de 1000 mm (figure 9), avec 5 à 6 mois à moins de 100mm dont une période sèche de 3 à 4 mois (moins de 50mm).

1.2.2 Sol

Les sols sont issus de coulées basaltiques du Piton de la Fournaise. Ces sols ferralitiques à texture argileuse (goethite et gibbsite essentiellement) présentent une surface peu caillouteuse.

Les propriétés chimiques de ces sols bruns sont satisfaisantes (Raunet, 1991):

- pH entre 6 et 7,
- un taux de matière organique de 4 à 5% en surface et de 1 à 2 % entre 20 et 50 cm,
- un rapport C/N variant de 9 à 10,
- une CEC de 15 à 20 meq,
- un taux de saturation de 80 à 95%.

Ainsi, la parcelle d'essai est située en altitude favorable à la culture du manguier puisqu'elle est à moins de 400 m, avec une pluviométrie inférieure à 1500mm, ce qui limite les problèmes phytosanitaires mais nécessite tout de même une irrigation.

1.3 Plantation

Le verger a été mis en place en mai 2001 et est constitué de plusieurs variétés de manguiers. Des brise-vents, des acacias, ont également été installés autour de la parcelle afin de la protéger des vents salins.

Avant l'implantation une analyse de sol a été réalisée conduisant à l'apport d'une fumure de fond composée de 2,4 kg de sulfate de potasse, 3,6 kg d'hyperphosphate et de 6,1 kg de chaux magnésienne pour chaque plant.

La densité de plantation est de 3X6 m effectuée sur huit lignes, soit 14 arbres par ligne.

origines des infos

| Variétés | Origines | Port | Vigueur | Précocité | Alternance | Productivité |
|------------------|-------------------|---------------------------|------------|---------------------|-------------------------|--------------|
| Irwin | Floride | Moyennement ouvert | Faible | Précoce | Faible | Forte |
| José | Océan Indien | Canopée peu dense | Moyenne | Mi-saison | Faible | Forte |
| Kensington Pride | Australie, Inde | En boule | Importante | Mi-saison | Tendance à l'alternance | Forte |
| Kent | Floride | Dressé, canopée dense | Importante | Tardive | Tendance à l'alternance | Moyenne |
| Lirfa | Floride | En boule, couronne dense | Importante | Précoce | Faible | Forte |
| Nam Doc Maï | Sud-Est Asiatique | Dressé, canopée dense | Importante | Précoce à mi-saison | Faible | Moyenne |
| Tommy Atkins | Floride | Dressé, canopée peu dense | Importante | Mi-saison | Faible | Forte |

Tableau 1 : Caractéristiques des variétés étudiées

1.4 Entretien de la parcelle

1.4.1 Fertilisation

Au bout d'un an (en février-mars), un apport en fumure azotée, potassique et phosphatée a été effectué pour chaque plant. Elle était constituée de 200g d'urée, 200g de sulfate de potasse, 50g de phosphore tricalcique et de 25g de magnésium. Le même apport a été distribué en août de la même année. Les deuxième et troisième années, des quantités trois fois plus importantes sont apportées.

1.4.2 Irrigation

Une irrigation par goutte à goutte (« queue de cochon ») est réalisée tous les jours (de septembre à janvier) durant une heure, celle-ci correspondant à l'évapotranspiration (soit 6mm / jour en moyenne). Cette quantité d'eau est de 3 m³ pour la parcelle. L'arrêt de l'irrigation permettant d'induire la floraison a été effectué mi-juin cette année. → ? ?

1.4.3 Interventions culturales et traitements phytosanitaires

Un désherbage mécanique de l'interligne est effectué tous les mois. Et un traitement herbicide sur la ligne de plantation est réalisé tous les 2-3 mois.

Durant la poussée végétative (octobre à mai), la lutte phytosanitaire est plutôt orientée contre la cécidomyie, l'oïdium et l'anthracnose. Les traitements sont souvent curatifs, et on traite dès l'observation des premiers symptômes. De la floraison à la nouaison, la lutte vise en plus les punaises. Des traitements insecticides et fongicides sont régulièrement pulvérisés (tous les 15 jours) durant cette période particulièrement sensible aux attaques.

1.5 Variétés étudiées

Deux variétés, José et Lirfa, sont cultivées à la Réunion. Les autres variétés étudiées (Irwin, Kent, Kensington Pride, Nam Doc Mai et Tommy Atkins) ne sont pas cultivées à la Réunion mais font l'objet de cultures à grande échelle et d'échanges internationaux dans les pays producteurs.

Tous les cultivars ont été greffés sur le porte-greffe Maison-Rouge, ou mangue malgache, qui confère un excellent ancrage et une bonne résistance au vent grâce à son enracinement pivotant. Le choix des variétés a été fait sur des critères spécifiques rendant compte d'une certaine diversité en termes de port, de vigueur, de précocité, d'alternance et de productivité. Les caractéristiques des variétés sont présentées dans le tableau 1.

José 9 Type mangue "Indienne"

Originnaire de la Réunion, cette mangue de saison s'appelait initialement « Joseph ». Le nom évolua en « José » au cours de son introduction à l'île Maurice. Cette variété occupe plus de la moitié du verger de l'île. La floraison est souvent hétérogène sur le même arbre (on parle de première, deuxième et troisième floraison), ce qui accentue l'étalement des récoltes. Sa chair ferme, sucrée, juteuse et très parfumée fait de cette mangue la plus appréciée par le consommateur. Cependant, sa culture est délicate et pose souvent des problèmes physiologiques sur fruits difficiles à maîtriser : sensibilité à l'éclatement, taches liées,

problèmes de maturation. Les pertes de récoltes peuvent être importantes de part sa sensibilité à l'anthracnose et à la cécidomyie.

Cogshall **Lirfa (ex-Early Gold)**

Cette variété représente le quart des surfaces plantées en mangues à la Réunion et répond bien aux exigences commerciales d'exportation. L'arbre est vigoureux avec une canopée dense. C'est un cultivar précoce, la récolte se faisant avant la période cyclonique. La récolte est assez groupée, le fruit est jaune-vert-rouge, à chair orangée. De plus, elle présente une faible sensibilité à la bactériose, à l'anthracnose et aux mouches des fruits.

Nous avons très peu d'information sur le cultivar « Lirfa ». En effet, l'Institut de Recherche sur les Fruits et Agrumes (IRFA) a implanté ce matériel végétal à la Réunion en pensant avoir introduit Early Gold, une variété originaire de Floride. Cependant les arbres présentent des caractéristiques différentes des manguiers de la même variété observés dans les collections d'Australie ou d'Afrique du Sud. Et il s'avéra que cette variété n'était pas Early Gold. En attendant de retrouver le nom du cultivar implanté, il a été convenu de le nommer « Lirfa ». Toutefois, dans la plupart des documents publiés on le trouve sous l'appellation d'Early Gold. Des études génétiques via des marqueurs moléculaires et la reconstitution de l'histoire de l'introduction de cette variété depuis la Floride ont récemment permis de retrouver le nom d'origine de cette variété : Cogshall.

Irwin

Cette variété monoembryonnée, originaire de Floride, présente une vigueur moyenne. Elle est de petite taille avec une canopée ouverte. La production précoce à semi-précoce est abondante mais le fruit possède une durée de vie courte après récolte (cependant, cette variété est souvent exportée vers l'Europe). Les fruits d'un poids moyen de 300g sont de couleur orangée à chair jaune. Irwin présente une sensibilité relativement importante à la bactériose et à l'anthracnose.

Kent

Cette variété également monoembryonnée et originaire de Floride est de taille moyenne assez vigoureuse, large et présente une canopée érigée. C'est une variété semi-tardive à tardive avec une productivité relativement faible. Le fruit de 500 à 600g est ovale de couleur rouge tacheté de jaune à chair jaune. Elle alimente exclusivement le marché local de Floride. De plus, elle est particulièrement sensible à la bactériose et à l'anthracnose.

Kensington Pride

Cette variété polyembryonnée, originaire d'Inde est exclusivement cultivée en Australie où elle représente près de 80% des plantations mais est peu exportée outre-mer. L'arbre de grande taille est large et vigoureux avec une canopée dense. Sa production précoce présente un rendement moyen à faible. Le fruit est jaune tacheté de rouge d'un poids avoisinant les 400g. Elle est également sensible à la bactériose et à l'anthracnose.

Nam Doc Mai

Cette variété thaïlandaise polyembryonnée est un arbre vigoureux, de taille moyenne avec une canopée dense. Le fruit allongé, de 350g en moyenne est mince et de couleur jaune-vert à

Non le type même
de la mangue exportée
par l'Afrique d'Ouest
qui apparaît en Europe.

Verger piéton

plantation : 3 x 6m

Plantation: 31 mai 2001

variétés:

Irwin
José
Kensington Pride
Kent
Lirfa
Nam Doc Mai
Sensation
Tommy Atkins

conduite: palissage 80 cm, 120 cm et 200 cm
monoaxe
arcure sur fil des ramifications
porte-greffe: Maison Rouge

F8 et F10: greffon disparu; plant = Maison Rouge
D8 et D10: plants de Irwin et non Tommy Atkins (fructification 2002)

C plant chargé
NC plant non chargé

répétitions: 2 blocs de 7 plants

Chemin
BV jacquiers

BV

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| B | x | C | NC | x | C | x | x | x | x | C | x | C | x | NC |
| C | x | C | C | x | x | x | NC | x | ? | x | x | x | C | NC |
| D | x | x | NC | C | x | x | x | x | x | x | x | x | NC | C |
| E | x | C | x | NC | x | C | x | x | x | x | x | x | x | x |
| F | x | C | x | x | x | NC | x | PG | x | PG | x | C | NC | x |
| G | C | NC | x | x | C | x | x | C | x | x | x | NC | x | x |
| H | C | x | C | x | x | NC | x | x | x | x | C | NC | x | C |
| I | x | x | x | x | x | x | x | NC | x | x | C | x | x | x |

Figure 10: Plan de la parcelle de Bassin Martin

chair orange. La production est précoce et régulière avec occasionnellement des récoltes multiples dans une même saison. Elle présente une résistance importante à la bactériose mais est relativement sensible à l'anthracnose.

Tommy Atkins

Cette variété floridienne monoembryonnée de grande taille présente un port érigé et une canopée ouverte. La production est précoce à mi-précoce. C'est la plus commercialisée aux USA, Mexique, Afrique du Sud, Amérique du Sud (Brésil) où elle est essentiellement cultivée pour l'export.

*Fruit plutôt la moyenne. Très belle présentation :
- bonne tenue en conservation - transport.
- pb physiologiques cutanées "jelly seed".*

2. Dispositif expérimental et protocole

2.1 Dispositif expérimental

Le verger comporte 112 arbres avec 2 répétitions pour chaque variété en bloc de 7 plants (figure 10). La variété Sensation, a été écartée des observations pour des raisons de sensibilité à la bactériose entraînant une dégradation trop importante du matériel végétal.

2.2 Acquisition des données

Les travaux réalisés l'année dernière par Tayllamin (2003) portaient sur l'étude de la densité de ramification des 7 variétés de manguier. Cinq plants par variété ont été choisis sur la base de 2 critères, la hauteur du plant et la section du tronc, afin de sélectionner des plants homogènes et représentatifs de la parcelle d'essai. Il avait ensuite décrit l'ensemble des dernières et avant-dernières UC mises en place chez ces 35 plants.

Puis la floraison et la nouaison 2003 ont été suivies sur toutes les UC terminales décrites. On dispose donc des dates de floraison et de récoltes pour chaque plant. Le nombre et le poids des fruits pour chaque UC terminale ont également été relevés. Au moment de la récolte, les diamètres moyens du tronc (5cm au dessus du point de greffe) des différents plants ont été mesurés. La production par arbre a été rapportée à la section du tronc et exprimé en g.cm². Enfin, la date d'apparition des flushs (pendant et après la floraison 2003) a été notée par des étiquetages réguliers sur les plants.

2.3 Calendrier phénologique

Le calendrier phénologique (figure 11) présente le déroulement des étapes suivantes :

- Le repos végétatif (étude de Thierry Tayllamin),
- La floraison 2003
- La nouaison
- La récolte
- La croissance végétative 2004
- La période de repos 2004
- La floraison 2004

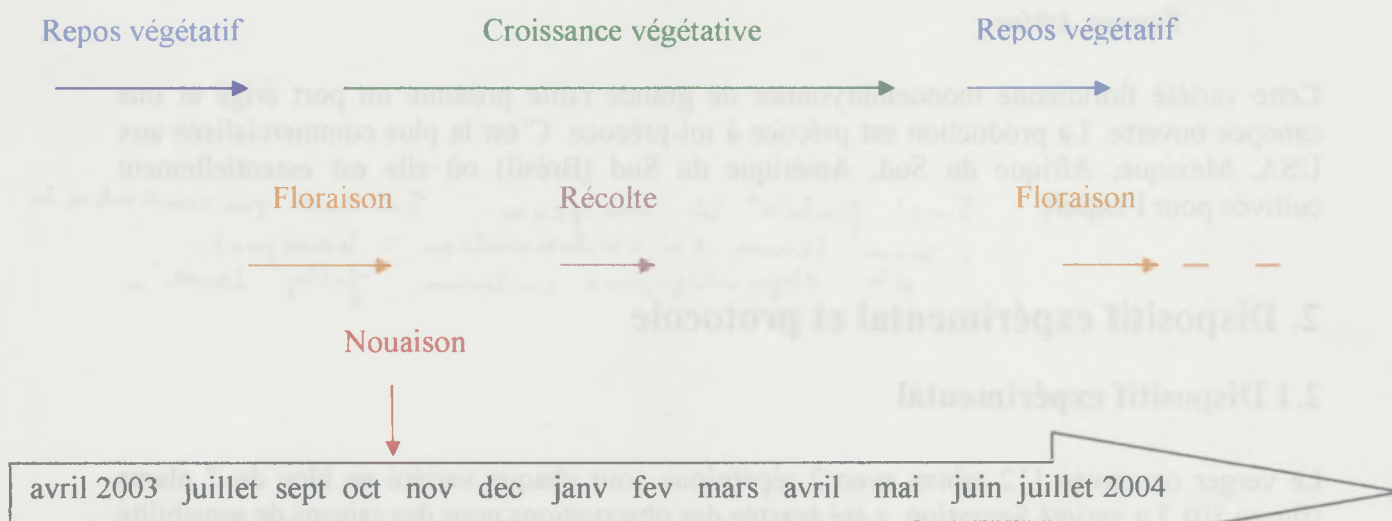


Figure 11 : Calendrier phénologique sur la parcelle observée

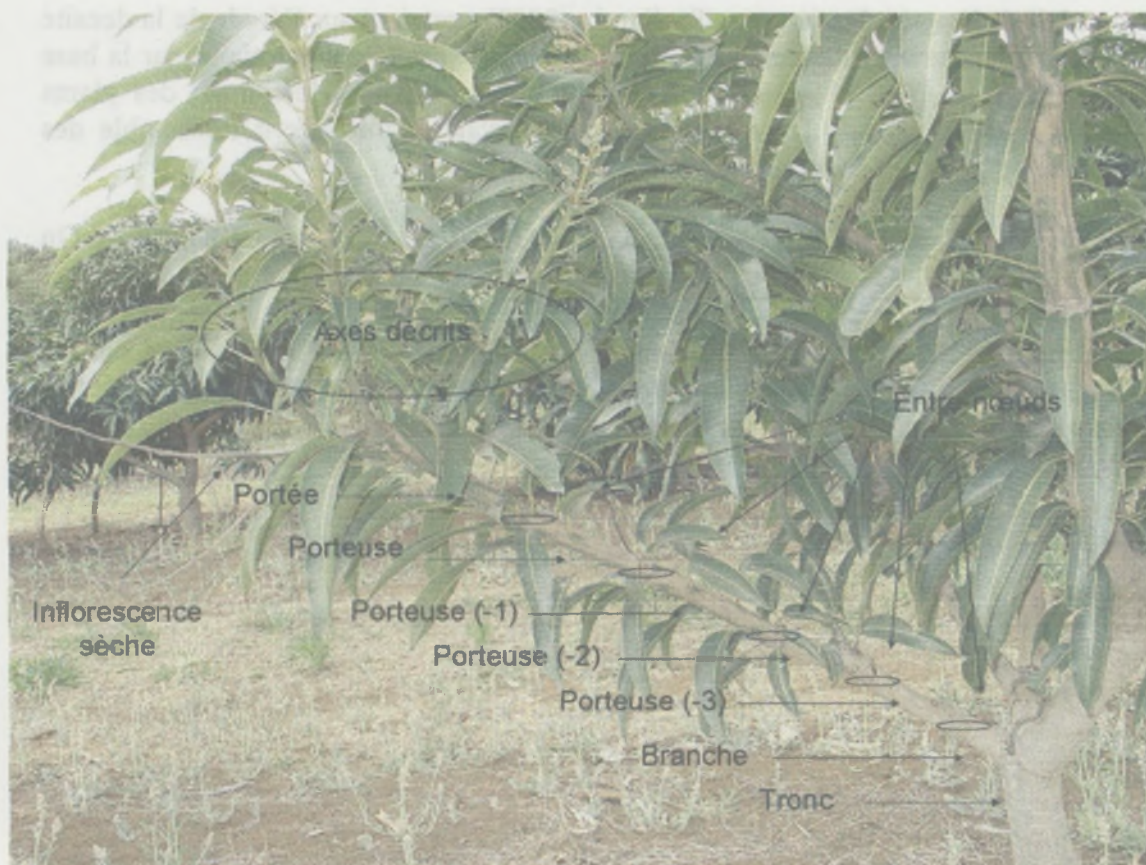


Figure 12 : Présentation de la notation retenue pour la description de la croissance végétative des plants.

entre-nœuds → unité de croissance

2.4 Effet de la charge en fruits sur la croissance végétative depuis la floraison 2003

Afin d'évaluer l'influence de la charge en fruit sur la croissance végétative 2004, 2 des 5 plants retenus ont été éclaircis dès le début de la nouaison (6 novembre 2003). Ces arbres ont donc fleuri mais n'ont pas porté de fruits, ils sont considérés comme non chargés. Les arbres n'ayant pas subi cet éclaircissage ont porté des fruits et sont désignés comme chargés.

L'étude de cette croissance végétative depuis la floraison est constituée de 3 volets :

- Le dénombrement des axes et UC émis par les plants,
- Le déroulement de la croissance végétative dans le temps,
- La morphométrie.

2.4.1 Dénombrement des axes émis et de leur nombre d'UC

Le comptage des nouveaux axes et des UC les constituant a été effectué pour chaque plant. La position des nouveaux axes, terminale ou latérale par rapport à l'UC d'origine, a aussi été relevée. De même la position relative des UC sur ces nouveaux axes a été décrite. Cette description s'inscrit dans la continuité du travail réalisé l'année passée. La notation retenue est présentée schématiquement (figure 12).

On y retrouve :

- Le code de l'arbre, correspondant à sa position dans le verger (ex : C13, G8, I11...)
- Les branches (ramifications à partir du tronc) nommées par un chiffre romain (ex : I, II, III...),
- Les porteuses (avant dernières UC observées avant la floraison de 2003) symbolisées par une lettre (ex : A, B, C...),
- Les portées (dernières UC décrites avant la floraison 2003) dénommées par un chiffre arabe (ex : 1, 2, 3...),
- Pour certaines variétés des portées de portées (portée²) ont été reportées avant la floraison (résultant d'un dernier flush), celles-ci sont également nommées par un chiffre arabe.

Ainsi toute description de nouvelle UC comporte un code minimal, par exemple : B2-II-A-1, G8-V-C-3, B5-I-B-2-1 (pour les arbres possédant des portées²).

2.4.2 Déroulement de la croissance végétative dans le temps

Les relevés et étiquetages ont permis d'obtenir la date d'apparition des flushs successifs. Cette datation a permis de chercher des relations entre l'apparition de la poussée végétative et sa vigueur (diamètre et longueur).

La longueur des UC a été mise en relation avec la date d'apparition des UC. On fait l'hypothèse qu'il existe une compétition en carbone entre la croissance du fruit et la croissance végétative. On cherche à savoir si lors de l'émission de nouveaux axes par les populations d'UC florifères et fructifères, la longueur des axes émis est affectée. La mesure des longueurs des UC des axes n'a pas pu être exhaustive, il a donc fallu procéder à un échantillonnage. Une séparation en population d'axes végétatifs, florifères et fructifères a été réalisée. Les échantillons représentent la gamme des diamètres observés. Un effectif de 30 échantillons par plant a été retenu.

2.4.3 Morphométrie

Par morphométrie on entend mesure des caractéristiques des axes émis : dimension (diamètre à la base), biomasse, surface foliaire, nombre de feuilles.

Les mesures étant fastidieuses, elles n'ont pu être réalisées que sur 4 variétés : José, Lirfa, Kensington Pride et Irwin. Les 2 premières ont été choisies car elles sont cultivées localement et que l'on dispose de références agronomiques. Les 2 autres variétés présentent des densités de ramification contrastées (Tayllamin, 2003) et ont eu une bonne production en 2004.

Une méthode non destructive du matériel végétal était nécessaire pour évaluer les différentes variables (biomasse, surface foliaires ...). La section d'un tronc, d'une branche ou d'un axe est en général bien corrélée à la surface foliaire et au poids sec qu'il porte (Attiwill, 1966). Chez ces 4 variétés des axes ayant fini leur croissance ont été récoltés sur des plants non suivis. Le diamètre a été mesuré à la base de chaque axe. La biomasse fraîche, puis sèche (séchage 3 jours à 80°C) a été pesée, le nombre de feuilles de ces axes a été compté et la surface foliaire a été mesurée à l'aide d'un planimètre (AM200 de ADC bioscientific Ltd). De bonnes relations allométriques ont été mises en évidence entre le diamètre des axes et la biomasse sèche, la surface foliaire, le nombre de feuilles, la longueur et le nombre d'UC de ces axes. Elles ont permis d'estimer ces différentes variables à partir de la seule mesure du diamètre des axes émis sur les plants suivis.

La mesure des diamètres est effectuée à l'aide d'un pied à coulisse numérique. Les diamètres des axes sont pris à 1 ou 2 cm au dessus de leur base pour éviter de mesurer le renflement correspondant à la cicatrice des cataphylles (écailles). Deux mesures sont réalisées perpendiculairement l'une à l'autre pour déduire un diamètre moyen.

2. 5 Traitement des données

La base de données créée Tayllamin en 2003 a été mise à jour et complétée avec les informations récoltées sur le terrain. La base a été analysée sous Excel par différentes fonctions : tri, filtre et Tableaux Croisés Dynamiques (TCD).

On ne dispose que 2 répétitions pour les plants chargés et 3 pour les plants non chargés. Il existe une grande variabilité sur les données individuelles et les moyennes pour chaque traitement, chargé et non chargé, présentent des écart-types très importants. Un travail sur les moyennes par des analyses de variances n'aurait pas été pertinent. Comme nos variables sont discrètes on a décidé de travailler sur les distributions des données. Deux tests statistiques, le test non paramétrique de Fisher (Sprent, 1992 et Dagnélie, 1998) et le test paramétrique du χ^2 (Dagnélie, 1998), ont permis de tester l'indépendance des distributions.

Les 2 hypothèses suivantes sont testées :

- H_0 : non indépendance des distributions
- H_1 : indépendance des distributions

Le test de χ^2 exige un effectif minimal de 5 par classe ce qui entraîne parfois le regroupement de classes pour atteindre cet effectif. Le test exact de Fisher n'a pas de limite inférieure pour les effectifs par classe ce qui permet de travailler sur l'ensemble de la distribution. Mais il est

soumis à d'autres contraintes : l'effectif total doit être inférieur à 200 et le nombre de classes est limité à 10.

| | | no fruit | poide (kg) | section (cm) | poide section (g) |
|-------------------|-----|----------|------------|--------------|-------------------|
| Jardin | C13 | 27 | 10.378 | 30.22 | 0.239 |
| | G1 | 30 | 10.10 | 32.63 | 0.441 |
| | G2 | 38 | 10.91 | 31.10 | 0.348 |
| Jardin | B2 | 21 | 4.18 | 33.62 | 0.173 |
| | B2 | 38 | 7.48 | 30.27 | 0.289 |
| | F12 | 22 | 2.08 | 12.90 | 0.312 |
| Kendouga (Jardin) | E2 | 18 | 8.02 | 32.38 | 0.142 |
| | E2 | 29 | 11.04 | 48.91 | 0.221 |
| | H1 | 28 | 24.22 | 47.42 | 0.217 |
| Kendouga | D4 | 17 | 7.99 | 31.22 | 0.229 |
| | H1 | 22 | 18.80 | 32.32 | 0.482 |
| | H14 | 38 | 19.84 | 32.32 | 0.298 |
| Laba | B10 | 22 | 12.12 | 32.48 | 0.342 |
| | B12 | 12 | 2.21 | 28.22 | 0.142 |
| | F2 | 12 | 34.12 | 34.12 | 0.174 |
| Jardin des ma | G2 | 12 | 2.11 | 47.02 | 0.027 |
| | G2 | 14 | 2.11 | 48.12 | 0.108 |
| | D14 | 38 | 19.04 | 51.04 | 0.272 |
| Jardin des ma | H1 | 24 | 18.82 | 51.22 | 0.224 |
| | H3 | 18 | 2.70 | 38.04 | 0.192 |

RESULTATS

Tableau 2 : Nombre de fruits, poids des fruits ramené à la section de tronc par plant et par variété

| | | nb fruits | poids (kg) | section (cm ²) | poids/ section (kg/cm ²) |
|------------------|-----|-----------|------------|----------------------------|---|
| Irwin | C13 | 27 | 10.278 | 30.33 | 0.339 |
| | G1 | 30 | 10.10 | 22.93 | 0.441 |
| | G5 | 29 | 10.81 | 31.10 | 0.348 |
| José | B2 | 21 | 4.18 | 23.95 | 0.175 |
| | B5 | 39 | 7.48 | 20.27 | 0.369 |
| | F12 | 25 | 5.08 | 15.90 | 0.319 |
| Kensington pride | E2 | 19 | 8.03 | 56.38 | 0.142 |
| | E6 | 29 | 11.04 | 49.91 | 0.221 |
| | I11 | 58 | 24.52 | 47.45 | 0.517 |
| Kent | D4 | 17 | 7.99 | 31.23 | 0.256 |
| | H11 | 35 | 18.60 | 38.35 | 0.485 |
| | H14 | 38 | 19.64 | 32.95 | 0.596 |
| Lirfa | B10 | 23 | 12.13 | 35.48 | 0.342 |
| | B12 | 12 | 5.31 | 36.55 | 0.145 |
| | F2 | 12 | 5.95 | 34.18 | 0.174 |
| Nam doc mai | C2 | 13 | 2.71 | 47.09 | 0.057 |
| | G8 | 14 | 5.11 | 48.16 | 0.106 |
| Tommy atkins | D14 | 36 | 19.04 | 51.04 | 0.373 |
| | H1 | 34 | 16.62 | 51.23 | 0.324 |
| | H3 | 16 | 7.70 | 39.94 | 0.193 |

Tableau 2 : Nombre de fruits, poids des fruits ramené à la section de tronc par plant et par variété.

L'étude portant sur l'effet de la charge en fruits sur la croissance végétative des plants, on présente dans le tableau 2 la charge portée par chacun des arbres étudiés. Le poids en fruits porté par plant est ramené à sa section de tronc. On observe de la variabilité entre variétés et au sein d'une même variété. La variété Kent est la plus productive et la variété Nam Doc Mai celle qui a produit le moins cette année.

Deux types de croissance végétative ont été distingués dans notre étude:

- D'une part la ramification séquentielle qui correspond aux axes émis par les UC terminales ayant éventuellement fleuri et fructifié en 2003,
- D'autre part la formation de complexes réitérés (CR) qui correspondent aux axes émis par des UC en dessous de l'UC terminale.

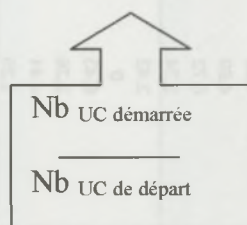
Le tableau 3 présente les effectifs et proportions de complexes réitérés et d'axes issus de la ramification séquentielle (en nombre d'axes et nombre d'UC de ces axes) pour chaque arbre de chaque variété.

1. Ramification séquentielle

1.1 Nombre d'axes et d'UC mis en place

Pour le travail sur la ramification séquentielle on s'intéresse à 3 variables : la proportion d'UC de départ ayant émis au moins un axe (UC démarrée), le nombre d'axes émis et le nombre d'UC de ces axes. En effet, on peut décomposer le nombre d'UC émises de la façon suivante :

$$\text{Nb UC émises} = \text{Nb UC de départ} \times \% \text{ UC ayant démarré} \times \text{Nb d'axes émis/ UC démarrée} \times \text{Nb UC/axe émis}$$



(équation 1)

Le tableau 4 récapitule par plant et par variété les variables suivantes :

- Le nombre d'UC de départ ayant éventuellement fleuri en 2003 : Nb UC de départ dans l'équation (1),
- Le nombre de ces UC ayant émis au moins un nouvel axe : Nb UC démarrées dans l'équation (1),
- Le nombre d'axes émis par les UC ayant démarré : Nb d'axes émis par UC démarrée dans l'équation (1),
- Le nombre d'UC de ces axes : Nb UC par axes émis dans l'équation (1).

La ramification séquentielle a été traitée pour chaque variété à différentes échelles, ceci afin d'étudier à quelle(s) échelles se fait sentir l'effet de la charge en fruits:

- Echelle de l'arbre qui permet d'étudier globalement l'effet de la charge en fruits sur la croissance végétative. Des études préliminaires n'ont pas montré d'effet de la charge

| | | | Complexes | | Réitérés | | Ramification | | Séquentielle | |
|--------------------------|------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| variété | traitement | plant | Nb axe émis | % | Nb UC émise | % | Nb axe émis | % | Nb UC émise | % |
| Irwin | C | C13 | 18 | 18.37 | 34 | 17.53 | 80 | 81.63 | 160 | 82.47 |
| | | G1 | 23 | 35.38 | 43 | 40.19 | 42 | 64.62 | 64 | 59.81 |
| | | G5 | 26 | 23.01 | 54 | 23.38 | 87 | 76.99 | 177 | 76.62 |
| | NC | C14 | 15 | 14.56 | 26 | 13.98 | 88 | 85.44 | 160 | 86.02 |
| | | G2 | 6 | 6.19 | 10 | 5.41 | 91 | 93.81 | 175 | 94.59 |
| Effectifs et proportions | | | 88 | 18.49 | 167 | 18.49 | 388 | 81.51 | 736 | 81.51 |
| josé | C | B2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 100 | 144 | 100 |
| | | B5 | 3 | 1.58 | 3 | 1.49 | 187 | 98.42 | 198 | 98.51 |
| | | F12 | 3 | 2.56 | 3 | 1.60 | 114 | 97.44 | 184 | 98.40 |
| | NC | B3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 | 100 | 181 | 100 |
| | | F13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 99 | 100 | 177 | 100 |
| Effectifs et proportions | | | 6 | 1.11 | 6 | 0.67 | 536 | 98.89 | 884 | 99.33 |
| kensington pride | C | E2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 193 | 100 | 346 | 100 |
| | | E6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 79 | 100 | 248 | 100 |
| | | I11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 209 | 100 | 417 | 100 |
| | NC | E4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 218 | 100 | 625 | 100 |
| | | I8 | 2 | 1.02 | 2 | 0.47 | 195 | 98.98 | 420 | 99.53 |
| Effectifs et proportions | | | 2 | 0.22 | 2 | 0.10 | 894 | 99.78 | 2056 | 99.90 |
| Kent | C | D4 | 11 | 9.24 | 13 | 3.55 | 108 | 90.76 | 353 | 96.45 |
| | | H11 | 8 | 3.62 | 14 | 3.12 | 213 | 96.38 | 435 | 96.88 |
| | | H14 | 8 | 4.06 | 11 | 3.70 | 189 | 95.94 | 286 | 96.30 |
| | NC | D3 | 9 | 4.89 | 11 | 3.05 | 183 | 95.31 | 350 | 96.95 |
| | | H12 | 2 | 0.72 | 2 | 0.35 | 277 | 99.28 | 574 | 99.65 |
| Effectifs et proportions | | | 38 | 3.74 | 51 | 2.49 | 970 | 96.23 | 1998 | 97.51 |
| Lirfa | C | B10 | 4 | 2.42 | 7 | 1.86 | 161 | 97.58 | 370 | 98.14 |
| | | B12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 144 | 100 | 408 | 100 |
| | | F2 | 9 | 6.43 | 10 | 2.28 | 131 | 93.57 | 429 | 97.72 |
| | NC | B14 | 6 | 3.26 | 6 | 0.85 | 178 | 96.74 | 698 | 99.15 |
| | | F6 | 6 | 4.41 | 6 | 1.39 | 130 | 95.59 | 426 | 98.61 |
| Effectifs et proportions | | | 25 | 3.25 | 29 | 1.23 | 744 | 96.75 | 2331 | 98.77 |
| Nam doc mai | C | C2 | 1 | 0.89 | 2 | 0.57 | 111 | 99.11 | 349 | 99.43 |
| | NC | C3 | 2 | 1.20 | 6 | 1.52 | 165 | 98.80 | 388 | 98.48 |
| | C | G8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 172 | 100 | 402 | 100 |
| | NC | C7 | 8 | 4.00 | 12 | 2.22 | 192 | 96 | 528 | 97.78 |
| | | G12 | 1 | 0.72 | 1 | 0.25 | 137 | 99.28 | 401 | 99.75 |
| Effectifs et proportions | | | 12 | 1.52 | 21 | 1.01 | 777 | 98.48 | 2068 | 98.99 |
| Tommy atkins | C | D14 | 16 | 13.68 | 17 | 8.81 | 101 | 86.32 | 176 | 91.19 |
| | | H1 | 1 | 1.39 | 1 | 0.43 | 71 | 98.61 | 233 | 99.57 |
| | | H3 | 4 | 6.45 | 5 | 3.01 | 58 | 93.55 | 161 | 96.99 |
| | NC | D13 | 5 | 4.81 | 7 | 3.13 | 99 | 95.19 | 217 | 96.88 |
| | | H6 | 34 | 26.77 | 57 | 24.26 | 93 | 73.23 | 178 | 75.74 |
| Effectifs et proportions | | | 60 | 12.45 | 87 | 8.27 | 422 | 87.55 | 965 | 91.73 |

Tableau 3 : Effectifs et proportions des complexes réitérés et des axes issus de la ramification séquentielle

| variété | traitement | plant | Nb UC de départ | Nb UC ayant émis au moins un axe | % d'UC démarrée | Nb axe/UC ayant émis au moins un axe | Nb UC/axe émis |
|------------------|------------|-------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|
| Irwin | C | C13 | 15 | 14 | 93.3 | 5.7 | 2.0 |
| | | G1 | 17 | 13 | 76.5 | 3.2 | 1.5 |
| | | G5 | 29 | 27 | 93.1 | 3.2 | 2.0 |
| | NC | C14 | 32 | 21 | 65.6 | 4.2 | 1.8 |
| | | G2 | 31 | 26 | 83.9 | 3.5 | 1.9 |
| José | C | B2 | 54 | 27 | 50.0 | 2.0 | 2.6 |
| | | B5 | 50 | 46 | 92.0 | 4.1 | 1.1 |
| | | F12 | 51 | 48 | 94.1 | 2.4 | 1.6 |
| | NC | B3 | 30 | 27 | 90.0 | 3.0 | 2.2 |
| | | F13 | 46 | 38 | 82.6 | 2.6 | 1.8 |
| Kensington Pride | C | E2 | 78 | 58 | 74.4 | 3.3 | 1.8 |
| | | E6 | 40 | 28 | 70.0 | 2.8 | 3.1 |
| | | I11 | 79 | 71 | 89.9 | 2.9 | 2.0 |
| | NC | E4 | 52 | 47 | 90.4 | 4.6 | 2.9 |
| | | I8 | 39 | 39 | 100.0 | 5.0 | 2.2 |
| Kent | C | D4 | 90 | 56 | 62.2 | 1.9 | 3.3 |
| | | H11 | 105 | 80 | 76.2 | 2.7 | 2.0 |
| | | H14 | 95 | 69 | 72.6 | 2.7 | 1.5 |
| | NC | D3 | 92 | 61 | 66.3 | 3.0 | 1.9 |
| | | H12 | 115 | 88 | 76.5 | 3.1 | 2.1 |
| Lirfa | C | B10 | 140 | 69 | 49.3 | 2.3 | 2.3 |
| | | B12 | 89 | 54 | 60.7 | 2.7 | 2.8 |
| | | F2 | 89 | 56 | 62.9 | 2.3 | 3.3 |
| | NC | B14 | 83 | 63 | 75.9 | 2.8 | 3.9 |
| | | F6 | 60 | 50 | 83.3 | 2.6 | 3.3 |
| Nam Doc Mai | C | C2 | 93 | 76 | 81.7 | 1.5 | 3.1 |
| | NC | C3 | 83 | 81 | 97.6 | 2.0 | 2.4 |
| | C | G8 | 117 | 76 | 65.0 | 2.3 | 2.3 |
| | NC | C7 | 111 | 102 | 91.9 | 1.9 | 2.8 |
| | | G12 | 103 | 88 | 85.4 | 1.6 | 2.9 |
| Tommy Atkins | C | D14 | 63 | 32 | 50.8 | 3.2 | 1.7 |
| | | H1 | 37 | 18 | 48.6 | 3.9 | 3.3 |
| | | H3 | 28 | 21 | 75.0 | 2.8 | 2.8 |
| | NC | D13 | 38 | 28 | 73.7 | 3.6 | 2.2 |
| | | H6 | 28 | 21 | 75.0 | 4.4 | 1.9 |

Tableau 4 : Présentation par variété et par plants du nombre d'UC de départ, du nombre d'UC ayant émis au moins un axe, du pourcentage d'UC démarré et du nombre d'axes émis par UC démarré.

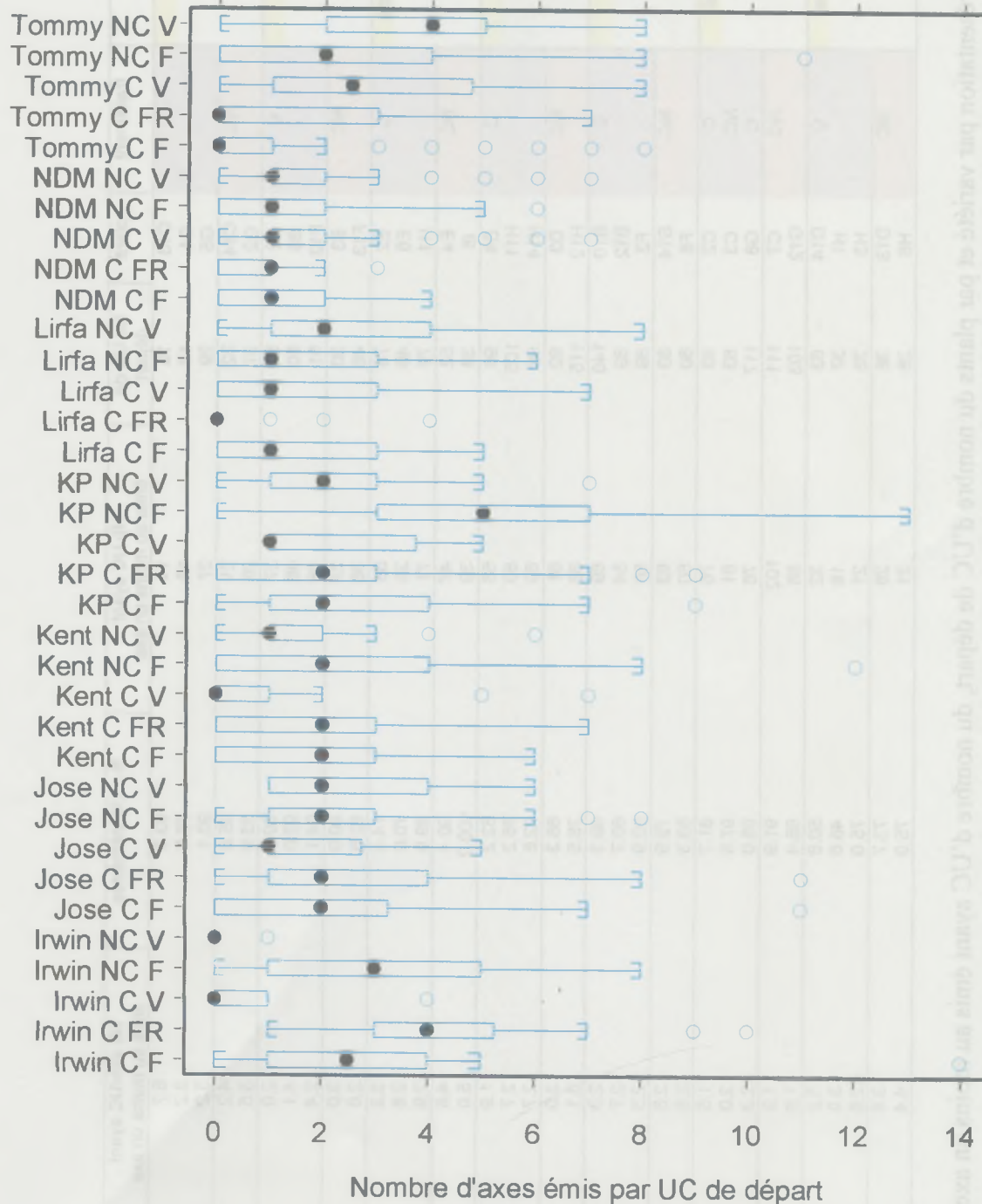


Figure 13 : Distribution du nombre d'axes émis par UC de départ par population d'UC de départ V, F et FR, par traitement et par variété.

en fruits du plant sur le nombre d'axes émis et le nombre d'UC. Les résultats relatifs à cette échelle sont présentés par plants chargés et par plants non chargés.

- Echelle de l'axe qui permet d'appréhender les caractéristiques de la croissance végétative des différents types d'UC de départ.

A l'échelle de l'axe, on distingue pour chaque plant 3 types d'UC de départ :

- Les UC restées végétatives en 2003, notées par la suite UC V,
- Les UC de départ fleuries en 2003 mais n'ayant pas porté de fruits, notées UC F,
- Les UC ayant porté des fruits en 2003, notées UC FR.

Les données relatives à la ramification séquentielle sont analysées par traitement, chargé et non chargé. Chez les plants chargés on observe 3 populations d'UC : les UC V, les UC F et les UC FR. Alors que chez les plants non chargés on ne distingue que 2 types de population : les UC V et les UC F.

Deux approches nous intéressent plus particulièrement :

- Les caractéristiques de la croissance végétative propre à chaque population d'UC sur chaque type de plant (chargé et non chargé),
- L'effet de la charge en fruits du plant sur les caractéristiques de la croissance végétative de chaque population d'UC.

Nous avons donc comparé statistiquement différentes variables :

- Les caractéristiques de la ramification séquentielle entre les UC V, F et FR des plants chargés et entre les UC V et F des plants non chargés,
- Les caractéristiques de la ramification séquentielle des UC V et des UC F entre les plants chargés et non chargés.

A l'échelle de l'axe, on a travaillé sur un grand nombre de distributions. Plutôt que de les présenter sous forme de tableaux, on a choisi une représentation plus synthétique sous forme de graphique. On a représenté les distributions du nombre d'axes émis et du nombre d'UC des axes émis de façon unidirectionnelle par des boîtes à moustaches (figures 13 et 14). Pour chaque distribution, le point noir représente la médiane, la boîte contient 50% des observations, et la longueur maximale des moustaches correspond à 1,5 fois l'interquartile (longueur de la boîte). Les valeurs extrêmes sont symbolisées par des points individuels. Les résultats des comparaisons de ces distributions 2 à 2 (test du χ^2) sont présentés dans les tableaux (5 et 6). Les chiffres présentés près des résultats des tests correspondent à la moyenne des observations plus ou moins l'écart-type.

Les résultats sont présentés par variété et par échelle d'étude. La classe 0 dans les distributions du nombre d'axes émis représente les UC n'ayant pas émis d'axes. Les autres classes correspondent aux nombres d'axes émis, de 1 à n, par les UC ayant démarré.

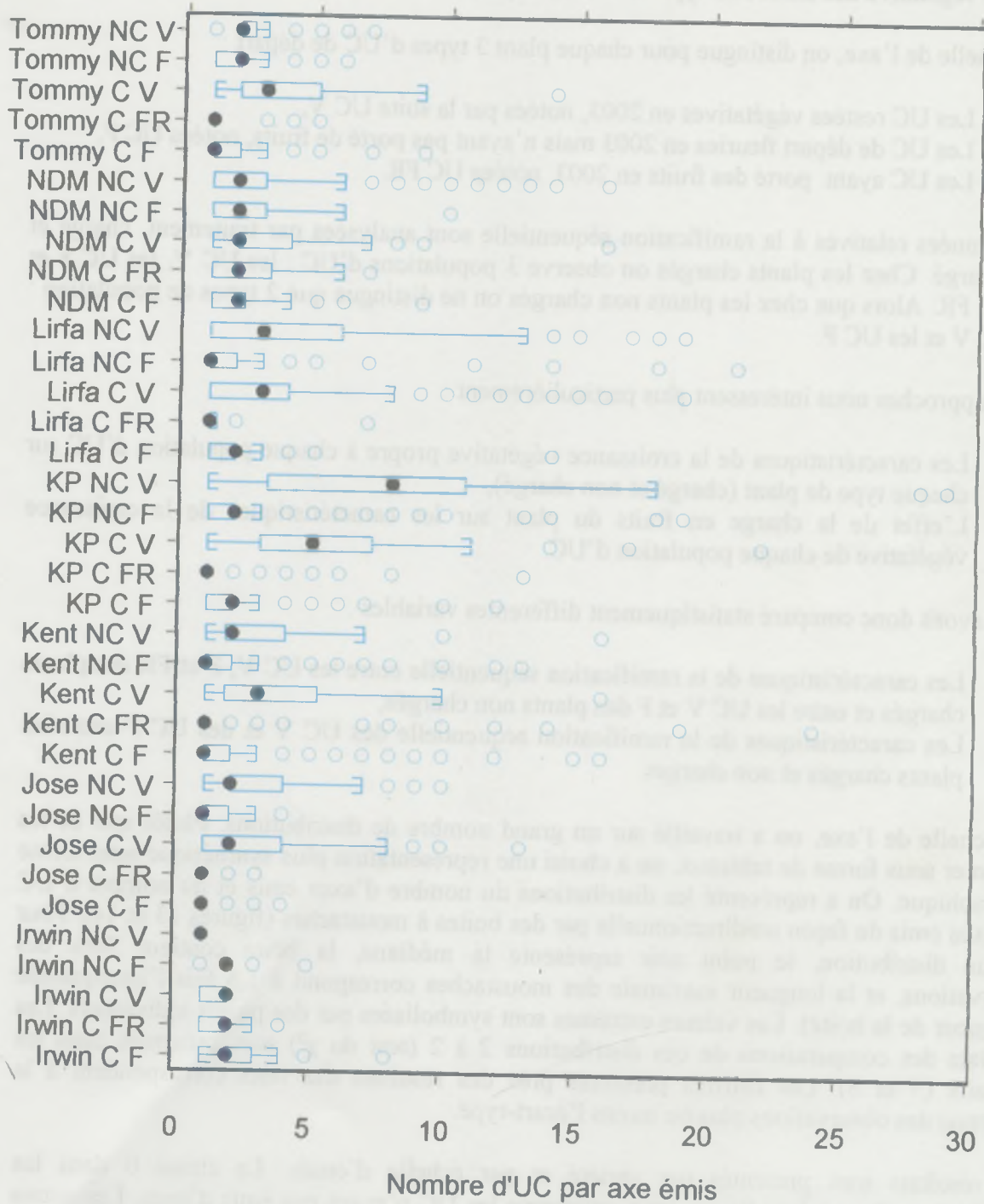


Figure 14 : Distribution du nombre d'UC par axe émis par population d'UC de départ V, F et FR par traitement et par variété.

7 man /
explication -
marrant pour

| Variétés | Effet du type d'UC de départ sur le Nb d'axes émis par UC de départ des plants chargés | | | Effet du type d'UC de départ sur le Nb d'axes émis par UC de départ des plants non chargés | | | Effet de la charge du plant sur le Nb d'axes émis par UC de départ F | | | Effet de la charge du plant sur le Nb d'axes émis par UC de départ V | | | |
|------------------|--|--|--------------------------|--|--|--------------------------|--|--|--|--|----|--|--------------------------|
| | V | F | FR | V | F | | C | NC | | C | NC | | |
| Irwin | | 2.88 ^a ± 2.89 (p = 0,21) | 4.22 ^a ± 2.17 | | 0.13 ^b ± 0.35 (p = 0,04) | 3.24 ^a ± 2.43 | | 2.88 ^a ± 2.89 (p = 0,39) | | 3.24 ^a ± 2.43 | | effectif trop faible | |
| José | | 2.39 ^a ± 2.26 (p = 0,69) | 2.68 ^a ± 2.82 | | 2.71 ^a ± 1.68 (p = 0,12) | 2.24 ^a ± 1.87 | | 2.39 ^a ± 2.26 (p = 0,68) | | 2.24 ^a ± 1.87 | | 1.68 ^a ± 1.32 (p = 0,11) | 2.71 ^a ± 1.68 |
| | 1.68 ^c ± 1.32 | Σ (2.39 ^b ± 2.26 + 2.68 ^a ± 2.82) (p = 0,01) | | | | | | | | | | | |
| Kent | | 1.65 ^b ± 1.39 (p = 0,008) | 2.1 ^a ± 1.96 | | | | | | | | | | |
| | 1.11 ^b ± 1.94 (p = 0,002) | 1.65 ^a ± 1.39 | | | 1.75 ^b ± 1.70 (p = 0,002) | 2.31 ^a ± 2.23 | | 1.65 ^b ± 1.39 (p<0,001) | | 2.31 ^a ± 2.23 | | 1.11 ^b ± 1.94 (p = 0,02) | 1.75 ^a ± 1.70 |
| | 1.11 ^a ± 1.94 (p = 0,07) | | 2.1 ^a ± 1.96 | | | | | | | | | | |
| Kensington Pride | | 2.62 ^a ± 1.86 (p = 0,015) | 2.24 ^b ± 2.36 | | | | | | | | | | |
| | 2.22 ^a ± 1.56 (p = 0,07) | 2.62 ^a ± 1.86 | | | 2.53 ^a ± 1.81 (p = 0,17) | 4.93 ^a ± 2.91 | | 2.62 ^b ± 1.86 (p = 0,0003) | | 4.93 ^a ± 2.91 | | 2.22 ^a ± 1.56 (p = 0,29) | 2.53 ^a ± 1.81 |
| | 2.22 ^b ± 1.56 (p = 0,003) | | 2.24 ^a ± 2.36 | | | | | | | | | | |
| Lirfa | 1.61 ^a ± 1.71 (p = 0,57) | 1.43 ^a ± 1.58 | - | | 2.46 ^a ± 1.80 (p = 0,0009) | 1.68 ^b ± 1.84 | | 1.43 ^a ± 1.58 (p = 0,73) | | 1.68 ^a ± 1.84 | | 1.61 ^b ± 1.71 (p = 0,0006) | 2.46 ^a ± 1.80 |
| | | 1.43 ^a ± 1.58 (p<0,001) | 0.21 ^b ± 0.73 | | | | | | | | | | |
| | 1.61 ^a ± 1.71 (p<0,001) | | 0.21 ^b ± 0.73 | | | | | | | | | | |
| Nam Doc Mai | | 1.03 ^a ± 1.18 (p = 0,18) | 0.94 ^a ± 1.14 | | | | | | | | | | |
| | 1.53 ^a ± 1.38 (p = 0,0002) | 1.03 ^b ± 1.18 | | | 1.72 ^a ± 1.3 (p<0,001) | 1.42 ^b ± 1.39 | | 1.03 ^b ± 1.18 (p = 0,019) | | 1.42 ^a ± 1.39 | | 1.53 ^b ± 1.38 (p<0,001) | 1.72 ^a ± 1.3 |
| | 1.53 ^a ± 1.38 (p = 0,10) | | 0.94 ^a ± 1.14 | | | | | | | | | | |
| Tommy Atkins | | 1.20 ^a ± 1.91 (p = 0,056) | 1.49 ^a ± 2.08 | | | | | | | | | | |
| | 2.89 ^a ± 2.47 (p = 0,002) | 1.20 ^b ± 1.91 | | | 3.94 ^a ± 2.77 (p = 0,47) | 2.55 ^a ± 2.48 | | 1.20 ^b ± 1.91 (p = 0,002) | | 2.55 ^a ± 2.48 | | 2.89 ^a ± 2.47 (p = 0,71) | 3.94 ^a ± 2.77 |
| | 2.89 ^a ± 2.47 (p = 0,008) | | 1.49 ^b ± 2.08 | | | | | | | | | | |

Tableau 5 : Effet du type d'UC de départ et de la charge du plant sur les distributions du nombre d'axes émis par les UC de départ sur 7 variétés de manguier

Les chiffres représentent la moyenne ± écart-type
Les moyennes suivie de lettres différentes correspondent à des distributions de données significativement différentes
C = chargé ; NC = non chargé

Titres en haut

Comparaison des moyennes
2 à 2

| Variétés | Effet du type d'UC de départ sur le nombre d'UC par axe des plants chargés | | | Effet du type d'UC de départ sur le nombre d'UC par axe des plants non chargés | | Effet de la charge du plant sur le nombre d'UC par axe des UC de départ F | | Effet de la charge du plant sur le nombre d'UC par axe des UC de départ V | |
|------------------|--|---------------------------------------|--|--|--------------------------|---|---------------------------------------|---|--|
| | V | F | FR | V | F | C | NC | C | NC |
| Irwin | | 2.32 ^a ± 1.21 | 1.73 ^b ± 0.59 (p<0,001) | | effectif trop faible | 2.32 ^a ± 1.21 | 1.88 ^b ± 0.52 (p<0,001) | | effectif trop faible |
| José | | 1.13 ^a ± 0.44 | 1.06 ^a ± 0.28 (p = 0,21) | | 3.23 ^a ± 2.38 | 1.41 ^b ± 0.61 (p<0,001) | 1.41 ^a ± 0.61 | 3.17 ^a ± 2.59 | 3.23 ^a ± 2.38 (p = 0,88) |
| | 3.17 ^a ± 2.59 | | 1.06 ^b ± 0.28 | | | | | | |
| | 3.17 ^a ± 2.59 | 1.13 ^b ± 0.44 (p<0,001) | | | | | | | |
| Kent | | 2.11 ^a ± 2.36 | 1.84 ^b ± 2.79 (p = 0,0018) | | 3.52 ^a ± 3.58 | 1.80 ^b ± 1.45 (p<0,001) | 1.80 ^b ± 1.45 | 4.30 ^a ± 3.79 | 3.52 ^a ± 3.58 (p = 0,26) |
| | 4.30 ^a ± 3.79 | 2.11 ^b ± 2.36 (p<0,001) | | | | | | | |
| | 4.30 ^a ± 3.79 | | 1.84 ^b ± 2.7 | | | | | | |
| | | | (p<0,001) | | | | | | |
| Kensington Pride | | 1.93 ^a ± 1.27 | 1.39 ^b ± 1.37 (p<0,001) | | 8.68 ^a ± 6.51 | 1.91 ^b ± 1.89 (p<0,001) | 1.91 ^b ± 1.89 | 6.28 ^a ± 4.19 | 8.68 ^a ± 6.51 (p = 0,08) |
| | 6.28 ^a ± 4.19 | 1.93 ^b ± 1.27 (p<0,001) | | | | | | | |
| | 6.28 ^a ± 4.19 | | 1.39 ^b ± 1.37 (p<0,001) | | | | | | |
| Lirio | | 1.79 ^a ± 1.25 | 1.88 ^a ± 2.10 (p = 0,21) | | 4.26 ^a ± 4.02 | 2.26 ^b ± 3.19 (p<0,001) | 2.26 ^a ± 3.19 | 3.46 ^a ± 2.99 | 4.26 ^a ± 4.02 (p = 0,24) |
| | 3.46 ^a ± 2.99 | 1.79 ^b ± 1.25 (p<0,001) | | | | | | | |
| | 3.46 ^a ± 2.99 | | 1.88 ^b ± 2.10 (p = 0,04) | | | | | | |
| Nam Doc Mai | | 2.15 ^a ± 1.75 | 2.56 ^a ± 1.93 (p = 0,80) | | 2.78 ^a ± 2.32 | 2.09 ^b ± 1.51 (p<0,001) | 2.09 ^a ± 1.51 | 2.81 ^b ± 1.88 | 2.78 ^a ± 2.32 (p<0,001) |
| | 2.81 ^a ± 1.88 | 2.15 ^b ± 1.75 (p<0,001) | | | | | | | |
| | 2.81 ^a ± 1.88 | | 2.15 ^a ± 1.75 (p = 0,18) | | | | | | |
| Tommy Atkins | | 1.76 ^a ± 1.45 | 1.33 ^b ± 0.96 (p<0,001) | | 2.49 ^a ± 1.25 | 1.82 ^b ± 0.87 (p<0,001) | 1.82 ^a ± 0.87 | 3.50 ^a ± 2.35 | 2.49 ^b ± 1.25 (p<0,001) |
| | 3.50 ^a ± 2.35 | 1.76 ^b ± 1.45 (p<0,001) | | | | | | | |
| | 3.50 ^a ± 2.35 | | 1.33 ^b ± 0.96 (p<0,001) | | | | | | |

Tableau 6 : Effet du type d'UC de départ et de la charge du plant sur les distributions du nombre d'UC par axes des UC de départ sur 7 variétés de manguiers

Les chiffres représentent la moyenne ± écart-type
Les moyennes suivies de lettres différentes correspondent à des distributions de données significativement différentes
C = chargé ; NC = non chargé

1.1.1 Irwin

Echelle de l'arbre

Les distributions des nombres d'axes émis des arbres chargés et non chargés ont été comparées pour tester si la charge induit une différence entre elles :

| Nb axes émis | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9-14 | Total |
|------------------------------|----|----|---|---|----|---|---|---|---|------|-------|
| Total des plants chargés | 7 | 8 | 8 | 9 | 13 | 7 | 4 | 2 | 0 | 3 | 61 |
| Total des plants non chargés | 16 | 10 | 5 | 8 | 6 | 5 | 6 | 6 | 1 | 0 | 63 |

Il n'y a pas de différence significative entre ces distributions (Test de Fisher, $p = 0,13$). La charge des arbres n'a donc pas d'influence sur le démarrage des UC et sur le nombre d'axes émis par ces UC.

Les distributions du nombre d'UC des axes émis ont été comparées pour tester l'influence de la charge :

| Nb UC des axes émis | 1 | 2 | 3 | 4-8 | Total |
|------------------------------|----|-----|----|-----|-------|
| Total des plants chargés | 64 | 114 | 20 | 11 | 209 |
| Total des plants non chargés | 34 | 136 | 8 | 1 | 179 |

Il existe des différences significatives (Test du χ^2 , $p < 0,001$) entre ces distributions. La proportion d'axes ayant émis 1 UC est plus importante chez les plants chargés. Et les plants non chargés ont tendance à émettre plus d'axes à 2 UC que les plants chargés.

Echelle de l'axe

Les distributions du nombre d'axes émis par les UC F et FR des plants chargés ne sont pas significativement différentes (tableau 5). La variété ayant beaucoup fleuri en 2003, la population d'UC V est trop peu représentée pour permettre des comparaisons entre les plants chargés et non chargés. Des différences significatives dans les distributions du nombre d'UC ayant émis au moins un axe sont observées chez les UC de départ F et V des plants non chargés. En effet 87% des UC de départ V n'ont pas redémarré. Seulement 16% n'ont pas redémarré chez les UC de départ F. Le grand nombre d'UC V mortes observées sur le terrain semble expliquer l'absence d'émission d'axes par les UC V. Il n'y a pas d'effet de la charge du plant sur le nombre d'axes émis par les UC de départ F.

Les distributions du nombre d'UC par axe émis montrent des différences significatives entre les populations d'UC de départ F et FR des plants chargés (tableau 6). Les UC de départ FR émettent essentiellement de axes à 1 ou 2 UC alors que les UC de départ FR émettent de 2 à 3 UC par axe. Des différences sont observées entre les distributions du nombre d'UC des axes émis par les UC de départ F des 2 traitements, chargés et non chargés. Les UC de départ F des plants non chargés ont tendance à émettre essentiellement des axes à 2 UC. Alors que chez les plants chargés ce sont surtout de 2 à 3 UC par axe émis qui sont observées.

1.1.2 José

Echelle de l'arbre

Les distributions du nombre d'axes émis par les plants chargés et non chargés sont les suivantes :

| Nb axes émis | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6-11 | Total |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|------|-------|
| Total des plants chargés | 34 | 39 | 21 | 27 | 10 | 12 | 12 | 155 |
| Total des plants non chargés | 11 | 16 | 18 | 14 | 8 | 3 | 6 | 76 |

Aucune différence significative n'est observée entre ces distributions (test du χ^2 , $p = 0,3$). La charge n'a pas d'effet sur le démarrage et le nombre d'axes émis.

On compare ensuite les distributions du nombre d'UC de ces axes pour tester si des différences existent à ce niveau :

| Nb UC des axes émis | 1 | 2 | 3 | 4-6 | 7-13 | Total |
|------------------------------|-----|----|----|-----|------|-------|
| Total des plants chargés | 284 | 41 | 12 | 10 | 9 | 356 |
| Total des plants non chargés | 90 | 59 | 13 | 10 | 8 | 180 |

Des différences significatives (test du χ^2 , $p < 0,001$) entre les distributions sont observées. Les plants chargés présentent davantage d'axes à 1 UC alors que les axes des plants non chargés comportent surtout 1 à 2 UC, voire 3.

Echelle de l'axe

Chez les plants chargés, les UC de départ F et FR ne sont pas significativement différentes entre elles (tableau 5). Mais ces 2 populations d'UC de départ ont tendance à significativement moins bien redémarrer que les UC de départ V des plants chargés. On observe que 22% des UC de départ FR, 28% des UC de départ F et 10% des UC de départ V n'ont pas démarré. On n'observe pas de différences significatives entre les distributions du nombre d'axes émis par les populations d'UC de départ F et V au sein des plants non chargés, ni entre les 2 traitements, chargé et non chargé. Les UC de départ V émettent essentiellement 1 axe (53% des axes émis chez les plants chargés et 33% des axes émis chez les plants non chargés). Les populations d'UC de départ F présentent des distributions du nombre d'axes émis plus étalées.

Au sein des plants chargés les UC de départ V ont tendance à émettre plus d'UC par axe (de 1 à 4 UC par axe émis) que les autres populations d'UC de départ, F et FR, qui émettent essentiellement des axes à 1 UC (tableau 6, figure 14). Des différences significatives sont également observées chez les plants non chargés entre les populations d'UC de départ V et F : les UC de départ V émettent 2 à 4 UC par axe alors que les UC de départ F émettent 1 à 2 UC par axe émis.

Le nombre d'UC des axes émis par les UC de départ F est affecté par la charge : chez les plants non chargés, leur nombre d'UC varie de 1 à 2 par axe alors qu'il n'est que d'1 UC par axe chez les plants chargés. Il n'y a pas d'effet de la charge sur les nombres d'UC émis par les axes issus des populations de départ V.

1.1.3 Kensington Pride

Echelle de l'arbre

On compare également les distributions du nombre d'axes émis des plants chargés et non chargés :

| Nb axes émis | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8-13 | Total |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|---|------|-------|
| Total des plants chargés | 40 | 35 | 35 | 31 | 26 | 16 | 6 | 4 | 4 | 197 |
| Total des plants non chargés | 4 | 12 | 7 | 12 | 15 | 11 | 9 | 8 | 13 | 91 |

Le test du χ^2 montre que les distributions sont significativement différentes ($p < 0,001$). De même, le test effectué sans la classe 0, c'est-à-dire sur les UC ayant émis au moins un axe, est significatif ($p < 0,001$). Le nombre d'axe émis par les UC ayant démarré est donc influencé par la charge. Les plants chargés ont tendance à émettre de 1 à 3 axes alors que les plants non chargés sont caractérisés par une émission d'axes plus importante (5 et plus). Un test de comparaison de proportions (Dagnélie, 1998) sur la classe 0, UC de départ n'ayant pas démarré, montre des différences significatives entre les 2 traitements ($\mu_{\text{obs}} = 3,49$, $p = 0,002$). Le pourcentage d'UC ayant émis au moins un axe est de 79,7% pour les plants chargés contre 95,6% pour les plants non chargés. La charge du plant a donc aussi tendance à diminuer le pourcentage d'UC de départ qui démarrent.

Puis on teste l'effet de la charge du plant sur la distribution du nombre d'UC émis par ces axes :

| Nb UC des axes émis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9-11 | 12-29 | Total |
|------------------------------|-----|-----|----|----|---|---|---|---|------|-------|-------|
| Total des plants chargés | 247 | 147 | 34 | 14 | 9 | 6 | 9 | 5 | 5 | 5 | 481 |
| Total des plants non chargés | 168 | 185 | 13 | 3 | 6 | 5 | 5 | 4 | 13 | 11 | 413 |

Les distributions sont significativement différentes (test du χ^2 , $p < 0,001$). Le plant le moins chargé (E2) se démarque des autres plants chargés puisqu'il présente une proportion d'axes à 2 UC plus importante. Les plants chargés émettent principalement des axes à 1 UC alors que les axes émis sur les plants non chargés ont surtout 1 ou 2 UC, et dans une proportion non négligeable, des nombres élevés d'UC (9 et plus).

מקובל: $\chi^2 = 1.1$ (ד.פ. 1) $p > 0.05$

הנתונים מראים כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר. לכן, אין צורך בהמשך בחינה של ההשערה. המסקנה היא כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר.

| קבוצה | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| הקבוצה הראשונה | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
| הקבוצה השנייה | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
| הקבוצה השלישית | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |

הנתונים

הנתונים מראים כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר. לכן, אין צורך בהמשך בחינה של ההשערה. המסקנה היא כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר.

מקובל: $\chi^2 = 1.1$ (ד.פ. 1) $p > 0.05$

הנתונים מראים כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר. לכן, אין צורך בהמשך בחינה של ההשערה. המסקנה היא כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר.

| קבוצה | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| הקבוצה הראשונה | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
| הקבוצה השנייה | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
| הקבוצה השלישית | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |

הנתונים

הנתונים מראים כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר. לכן, אין צורך בהמשך בחינה של ההשערה. המסקנה היא כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר.

מקובל: $\chi^2 = 1.1$ (ד.פ. 1) $p > 0.05$

מסקנות

הנתונים מראים כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר.

הנתונים מראים כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר. לכן, אין צורך בהמשך בחינה של ההשערה. המסקנה היא כי אין הבדל משמעותי בין קבוצות המחקר.

Echelle de l'axe

Chez les plants chargés le démarrage des UC de départ FR est affecté : 35% des UC de départ FR n'émettent pas de nouvel axe. Les distributions du nombre d'axes émis par les populations d'UC de départ F et V ne sont pas significativement différentes chez les plants chargés (tableau 5). Chez les plants non chargés, le test n'est pas significatif entre les distributions du nombre d'axe émis par les 2 populations d'UC de départ F et V. La charge affecte le nombre d'axe émis par les populations d'UC de départ F : les plants chargés émettent principalement de 1 à 4 axes et les plants non chargés de 3 à 7 axes (figure 13). Les populations d'UC de départ V ne sont pas affectées par la charge en fruits des plants.

Chez les plants chargés les différentes populations d'UC de départ sont toutes différentes les unes par rapport aux autres (tableau 6). Les UC FR émettent 1 UC par axe, les UC F 1 à 2 UC par axe et les UC V de 3 à 7 UC par axe. Les distributions du nombre d'UC par axe émis par les 2 populations d'UC de départ V et F sont significativement différentes chez les plants non chargés : les UC de départ F émettent principalement 1 à 2 UC par axe et les UC de départ V de 3 à 11 UC par axe émis. Les UC de départ F sont affectées par la charge en fruits des plants. Les UC de départ F des plants non chargés présentent plus de valeurs extrêmes dans leur distribution du nombre d'UC que les axes émis par les UC de départ F des plants chargés. Il n'y a pas d'effet de la charge en fruits sur le nombre d'UC des axes émis par les UC de départ V.

1.1.4 Kent

Echelle de l'arbre

Les distributions du nombre d'axes émis sont les suivantes :

| Nb axes émis | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7-12 | Total |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|------|-------|
| Total des plants chargés | 85 | 56 | 61 | 47 | 27 | 4 | 7 | 3 | 290 |
| Total des plants non chargés | 58 | 40 | 26 | 28 | 25 | 11 | 12 | 7 | 207 |

Le test du χ^2 révèle des différences significatives entre ces distributions ($p < 0,001$). Des différences sont également observées lorsque l'on effectue le test avec les UC de départ ayant émis au moins un axe ($p < 0,001$). Les UC de départ des plants chargés ont plutôt tendance à émettre de 1 à 3 axes alors celles des plants non chargés en émettent davantage dans les classes élevées, 5 à 12 axes. Le test de comparaison des proportions (Dagnélie, 1998) sur la classe 0 montre qu'il n'y a pas de différence significative ($\mu_{\text{obs}} = 0,225$, $p = 0,41$). Le pourcentage d'UC ayant émis au moins un axe est de 70,7% pour les plants chargés contre 72% pour les plants non chargés. La charge n'affecte donc pas le pourcentage de démarrage des UC de départ.

Les distributions des nombres d'UC par axe émis sont les suivantes :

| Nb UC des axes émis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8-10 | 11-24 | Total |
|------------------------------|-----|-----|----|----|---|---|---|------|-------|-------|
| Total des plants chargés | 340 | 72 | 26 | 27 | 9 | 7 | 6 | 11 | 12 | 510 |
| Total des plants non chargés | 228 | 157 | 31 | 18 | 6 | 4 | 6 | 5 | 5 | 460 |

Le test du χ^2 montre des différences significatives entre ces distributions ($p < 0,001$). Le plant le moins chargé (D4) a tendance à émettre des axes avec un nombre d'UC plus important. Mais globalement les plants chargés émettent plus d'axes à 1 UC alors que les plants non chargés émettent surtout des axes à 1 ou 2 UC.

Echelle de l'axe

Chez les plants chargés la population d'UC de départ F est significativement différente des 2 autres populations d'UC de départ, V et FR (tableau 5, figure 13). Les UC de départ V ont tendance à moins démarrer : 56% des UC de départ V n'ont pas émis de nouvel axe. Les UC de départ F et FR émettent jusqu' à 3 axes. Des différences sont observées entre les populations d'UC de départ V et F des plants non chargés : les UC de départ F émettent jusqu'à 4 axes alors que les populations d'UC de départ V émettent essentiellement de 1 à 2 axes. Le nombre d'axes émis par les UC de départ F est affecté par la charge en fruits : les UC de départ F des plants non chargés émettent davantage d'axes. La charge des plants affecte le démarrage des UC de départ V et également le nombre d'axes émis : les UC de départ V des plants chargés émettent principalement 1 axe alors que chez les plants non chargés ces mêmes UC émettent de 1 à 2 axes.

Chez les plants chargés le nombre d'UC par axe est significativement différent entre chaque population d'UC de départ, V, F et FR : les UC de départ FR émettent essentiellement 1 UC par axe, les UC de départ F de 1 à 2 UC par axe et les UC de départ V de 2 à 5 UC par axe (tableau 6, figure 14). Chez les plants non chargés, les UC de départ V émettent des axes comportant surtout 2 à 4 UC alors que le nombre d'UC par axe émis varie de 1 à 2 pour les populations d'UC de départ F. La charge affecte le nombre d'UC émis par les populations d'UC de départ F : les UC de départ F des plants non chargés présentent davantage de valeurs extrêmes dans leurs distributions du nombre d'UC par axe. Mais le test est sévère lorsqu'il est en présence d'un grand effectif. Les distributions du nombre d'UC par axe émis ne sont pas significativement différentes chez les populations d'UC V entre les traitements, chargé et non chargé.

Results

Table 1 shows the mean scores for the two groups on the various measures. The results indicate that the experimental group scored significantly higher than the control group on all measures of social skills, self-esteem, and social support. The results also indicate that the experimental group scored significantly higher than the control group on measures of social anxiety and social phobia. The results suggest that the experimental group was more socially competent and more confident than the control group. The results also suggest that the experimental group was more socially anxious and more socially phobic than the control group. The results suggest that the experimental group was more socially competent and more confident than the control group. The results also suggest that the experimental group was more socially anxious and more socially phobic than the control group.

Table 1. Mean scores for the two groups on the various measures.

The results indicate that the experimental group scored significantly higher than the control group on all measures of social skills, self-esteem, and social support. The results also indicate that the experimental group scored significantly higher than the control group on measures of social anxiety and social phobia. The results suggest that the experimental group was more socially competent and more confident than the control group. The results also suggest that the experimental group was more socially anxious and more socially phobic than the control group. The results suggest that the experimental group was more socially competent and more confident than the control group. The results also suggest that the experimental group was more socially anxious and more socially phobic than the control group.

Table 2. Mean scores for the two groups on the various measures.

The results indicate that the experimental group scored significantly higher than the control group on all measures of social skills, self-esteem, and social support. The results also indicate that the experimental group scored significantly higher than the control group on measures of social anxiety and social phobia. The results suggest that the experimental group was more socially competent and more confident than the control group. The results also suggest that the experimental group was more socially anxious and more socially phobic than the control group. The results suggest that the experimental group was more socially competent and more confident than the control group. The results also suggest that the experimental group was more socially anxious and more socially phobic than the control group.

| Measure | Experimental group | Control group |
|----------------|--------------------|---------------|
| Social skills | 3.28 | 2.15 |
| Self-esteem | 3.10 | 2.10 |
| Social support | 3.10 | 2.10 |
| Social anxiety | 3.10 | 2.10 |
| Social phobia | 3.10 | 2.10 |

The results indicate that the experimental group scored significantly higher than the control group on all measures of social skills, self-esteem, and social support. The results also indicate that the experimental group scored significantly higher than the control group on measures of social anxiety and social phobia. The results suggest that the experimental group was more socially competent and more confident than the control group. The results also suggest that the experimental group was more socially anxious and more socially phobic than the control group. The results suggest that the experimental group was more socially competent and more confident than the control group. The results also suggest that the experimental group was more socially anxious and more socially phobic than the control group.

1.1.5 Lirfa

Echelle de l'arbre

Les distributions des nombres d'axes émis sont les suivantes :

| Nb axe émis | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6-8 | Total |
|------------------------------|-----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| Total des plants chargés | 139 | 62 | 44 | 33 | 20 | 16 | 4 | 318 |
| Total des plants non chargés | 30 | 37 | 22 | 18 | 16 | 14 | 6 | 143 |

On observe des différences significatives entre ces distributions (test du χ^2 , $p < 0,001$). Lorsque l'on effectue le test avec les UC ayant émis au moins un axe, les différences ne sont plus significativement différentes ($p = 0,5$). La charge des arbres a donc tendance à diminuer le démarrage des UC. On observe 56% de démarrage pour les plants chargés contre 79% pour les plants non chargés.

Les distributions des nombres d'UC des axes émis sont les suivantes :

| Nb UC des axes émis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9-11 | 12-21 | Total |
|------------------------------|-----|-----|----|----|----|----|----|---|------|-------|-------|
| Total des plants chargés | 158 | 124 | 59 | 28 | 19 | 16 | 8 | 5 | 10 | 9 | 436 |
| Total des plants non chargés | 114 | 61 | 37 | 22 | 14 | 13 | 10 | 5 | 8 | 24 | 308 |

On observe des différences significatives entre ces distributions (test du χ^2 , $p < 0,001$). Les plants non chargés présentent une proportion importante d'axes présentant 12 UC et plus. Cependant, le plant le plus chargé (B10) se démarque des autres plants chargés, avec une plus forte proportion d'axes à 2 UC. Lorsque l'on effectue le test sans ce plant, les distributions ne sont plus significativement différentes ($p = 0,6$) entre les plants chargés et non chargés. Le nombre d'UC des axes semble donc influencé par la charge du plant à condition qu'elle soit suffisamment élevée.

Echelle de l'axe

Chez les plants chargés, il y a des différences significatives entre les distributions du nombre d'axeS des 2 populations d'UC de départ V et F avec celle des populations d'UC de départ FR (tableau 5). En effet, 90% des UC de départ FR n'ont pas émis de nouvel axe. Sur les plants non chargés les UC de départ V redémarre dans 92% des cas alors que les UC de départ F ce n'est que dans 59% des cas. La charge en fruits n'affecte pas les distributions du nombre d'UC par axe émis par les populations d'UC de départ F. Le démarrage des populations d'UC de départ V est affecté par la charge : on passe de 92% de démarrage à 66% entre les plants non chargés et chargés.

Chez les plants chargés, le nombre d'UC des axes émis par les UC de départ V est plus élevé que ceux émis par les populations d'UC de départ F et FR. : les UC de départ FR ont émis principalement des axes à 1 UC, les UC de départ F émettent de 1 à 2 UC par axe et les UC

Les distributions des nombres h sont les suivantes :

pour $h = 0$:

pour $h = 1$:

pour $h = 2$:

pour $h = 3$:

Les distributions des nombres h sont les suivantes :

| nombre h | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------|-----|-----|----|----|----|----|----|---|------|-------|------|-----|
| pour $h = 0$ | 1 | 3 | 1 | 4 | 2 | 0 | 3 | 2 | 0-11 | 13-31 | 1000 | |
| pour $h = 1$ | 128 | 134 | 20 | 38 | 10 | 10 | 2 | 2 | 10 | 8 | | 430 |
| pour $h = 2$ | 114 | 61 | 23 | 33 | 14 | 13 | 10 | 2 | 2 | 34 | | 308 |

Les distributions des nombres h sont les suivantes :

pour $h = 0$:

pour $h = 1$:

| nombre h | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------|-----|----|----|----|----|----|-----|------|
| pour $h = 0$ | 0 | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | 0-2 | 1000 |
| pour $h = 1$ | 128 | 95 | 14 | 33 | 30 | 10 | 4 | 318 |
| pour $h = 2$ | 20 | 33 | 33 | 18 | 10 | 14 | 0 | 143 |

Les distributions des nombres h sont les suivantes :

pour $h = 0$:

pour $h = 1$:

de départ V de 1 à 4 UC par axe émis. Chez les plants non chargés les distributions du nombre d'UC par axe sont significativement différentes entre les populations d'UC de départ F et V : le nombre d'UC des axes émis par les populations d'UC de départ V varie de 1 à 6 alors qu'il ne varie que de 1 à 2 UC par axe pour les populations d'UC de départ F. La charge affecte les nombres d'UC des axes des populations d'UC de départ F. Bien qu'elles émettent un nombre d'UC par axe du même ordre de grandeur, on peut remarquer la disposition différentes des médianes pour ces 2 populations (figure 14) : les UC de départ F des plants non chargés présentent davantage d'axes à 1 UC que les populations d'UC de départ F des plants chargés. Il n'y a pas d'influence de la charge sur le nombre d'UC des axes émis par les UC de départ V.

1.1.6 Nam Doc Mai

Echelle de l'arbre

Le plant C3 qui devait être chargé n'a pas donné de fruit (chute au cours de leur croissance) nous le considérons comme un plant non chargé.

Les distributions des nombres d'axes émis sont les suivantes :

| Nb axes émis | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6-7 | Total |
|------------------------------|----|-----|----|----|----|---|-----|-------|
| Total des plants chargés | 58 | 79 | 42 | 16 | 7 | 5 | 3 | 210 |
| Total des plants non chargés | 26 | 165 | 44 | 30 | 17 | 8 | 7 | 297 |

On observe des différences significatives entre ces distributions (test du χ^2 , $p < 0,001$). Lorsque l'on effectue le test avec les UC ayant émis au moins un axe, les différences ne sont plus significativement différentes ($p = 0,14$). Donc la charge du plant affecte le démarrage des UC de départ. On observe 72,4 % d'UC ayant émis au moins un axe chez les plants chargés contre 91,2% pour les plants non chargés.

Les distributions des nombres d'UC des axes émis sont les suivantes :

| Nb UC des axes émis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7-16 | Total |
|------------------------------|-----|-----|----|----|----|----|------|-------|
| Total des plants chargés | 72 | 108 | 37 | 33 | 12 | 7 | 14 | 283 |
| Total des plants non chargés | 170 | 158 | 57 | 31 | 27 | 21 | 30 | 494 |

Ces distributions sont significativement différentes (test du χ^2 , $p = 0,015$), le nombre d'UC des axes est donc influencé par la charge des arbres. Les plants non chargés émettent de 1 à 2 UC par axe alors que les plants chargés émettent 2 UC par axe. Le plant le moins chargé, C2, et le plant non chargé, G12, émettent principalement des axes à 2 UC.

Echelle de l'axe

Sur les plants chargés le nombre d'axes émis par les UC de départ F est significativement différent de celui émis par les UC de départ V. Le pourcentage d'UC de départ F n'ayant pas émis de nouveaux axes est de 46% alors qu'il n'est que de 17% pour les UC de départ V. Chez les plants non chargés les UC de départ F ont tendance à moins démarrer que les UC V : 26% des UC de départ F n'ont pas émis de nouveaux axes alors que seulement 5% des UC de départ V n'en ont pas émis. Les distributions du nombre d'axe émis issus des UC de départ F et V sont affectées par la charge du plant. On a montré ci-dessus que les UC de départ F et V présentent des pourcentages de démarrage plus faible à cause de la charge.

Chez les plants chargés des différences significatives sont observées entre les UC de départ F et les UC de départ V : le nombre d'UC par axe issu des UC de départ V varie de 2 à 4 alors qu'il ne varie que de 1 à 2 chez les UC de départ F. Les UC FR émettent essentiellement des axes à 1 UC. Chez les plants non chargés des différences significatives sont observées entre les distributions du nombre d'UC par axe des populations d'UC de départ F et V. Les UC de départ V présentent un nombre élevé d'UC par axes (valeurs extrêmes). La charge affecte uniquement les UC de départ V. Les UC de départ V des plants chargés présentent moins d'axes avec un nombre élevé d'UC (valeurs extrêmes) que les plants non chargés. Cependant l'effectif des UC V varie du simple (plants chargés) au double (plants non chargés) ce qui rend ce test particulièrement sensible (Dagnélie, 1998).

1.1.7 Tommy Atkins

Echelle de l'arbre

Les distributions des nombres d'axes émis sont les suivantes :

| Nb axes émis | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9-11 | Total |
|------------------------------|----|----|----|----|----|---|---|---|---|------|-------|
| Total des plants chargés | 57 | 20 | 12 | 10 | 11 | 6 | 6 | 2 | 4 | 0 | 128 |
| Total des plants non chargés | 17 | 5 | 10 | 9 | 9 | 8 | 0 | 2 | 5 | 1 | 66 |

Des différences significatives entre ces distributions (test de Fisher, $p < 0,001$) sont observées. Lorsque l'on effectue le test avec les UC ayant émis au moins un axe, les distributions ne sont plus significativement différentes (test du χ^2 , $p = 0,07$). La charge du plant affecte le démarrage des UC de départ. Le pourcentage d'UC ayant émis au moins un axe est de 55,5% pour les plants chargés contre 72,2% pour les plants non chargés.

Les distributions des nombres d'UC des axes émis sont les suivantes :

| Nb UC des axes émis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6-14 | Total |
|------------------------------|-----|-----|----|----|----|------|-------|
| Total des plants chargés | 110 | 35 | 40 | 11 | 13 | 21 | 230 |
| Total des plants non chargés | 49 | 115 | 11 | 8 | 4 | 5 | 192 |

Kensington Pride , plant I11 (chargé)

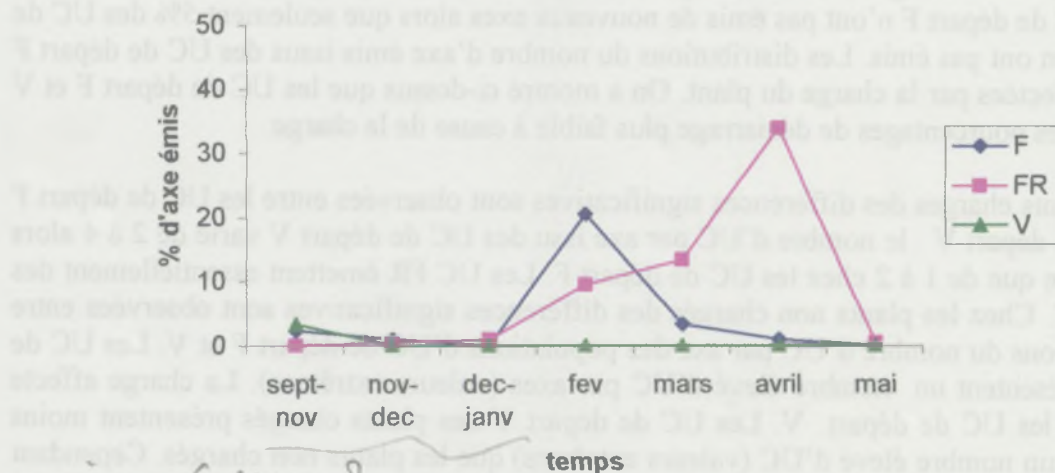


Figure 15 : Date d'émission des premiers axes par UC de départ V, F et FR du plant le plus chargé I11 (variété Kensington Pride).

Kensington Pride, plant I11 (chargé)

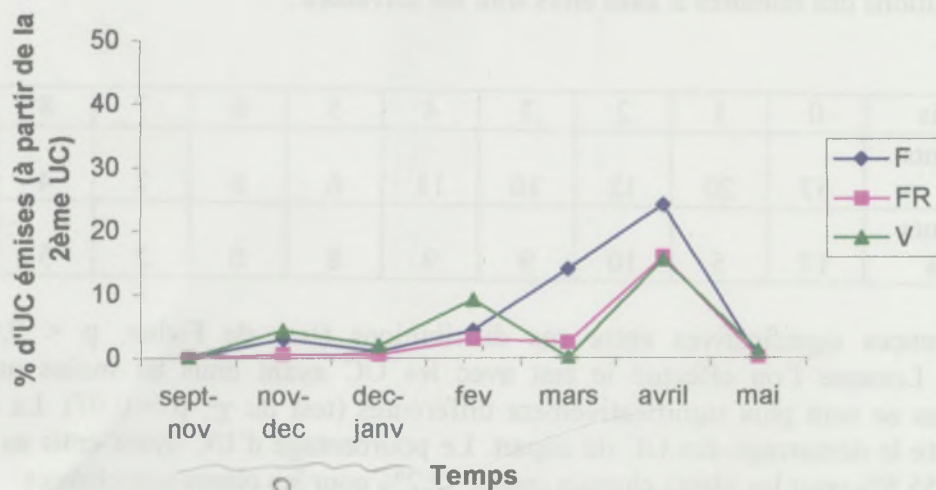


Figure 16 : Période de phases de croissance végétative (à partir de la 2ème UC) du plant le plus chargé I11.

Un test du χ^2 montre des différences significatives entre ces distributions ($p < 0,001$). Les plants chargés émettent principalement des axes à 1 UC et les plants non chargés des axes à 1 ou 2 UC. Cependant, le plant le plus chargé (D14) se démarque des autres plants chargés par l'émission d'un nombre plus important d'axes à 1 UC.

Echelle de l'axe

Chez les plants chargés les distributions du nombre d'axes émis par les UC de départ F et FR se distinguent de celle de la population d'UC de départ V. On observe que 51% des UC de départ F et 56% des UC de départ FR n'ont pas émis de nouvel axe. Alors que seulement 24% des UC de départ V n'ont pas démarré. Les distributions du nombre d'axes émis par les 2 populations d'UC de départ V et F des plants non chargés ne présentent pas de différence significative entre elles. Le nombre d'axe émis par les UC de départ F est affecté par la charge : les UC de départ F des plants chargés émettent principalement 1 axe alors que les UC de départ F des plants non chargés émettent de 1 à 4 axes. Il n'y a pas d'effet de la charge sur les UC de départ V.

Les distributions du nombre d'UC par axe pour les différentes populations d'UC de départ sont toutes significativement différentes chez les plants chargés : les UC de départ FR émettent principalement 1 UC par axe, les UC de départ F émettent de 1 à 2 UC par axe et les UC de départ V de 1 à 4 UC par axe. Les distributions du nombre d'UC sont également différentes chez les populations d'UC V et F des plants non chargés : les UC de départ V émettent majoritairement de axes à 2 UC alors que les UC de départ F émettent de 1 à 2 UC par axe. La charge affecte les populations d'UC de départ V et F. Les UC de départ V des plants chargés présentent plus d'UC par axe que les UC de départ V des plants non chargés. La différence entre les 2 populations d'UC de départ F des plants chargés et non chargés s'explique lorsque l'on observe les médianes sur la représentation des distributions du nombre d'UC (figure 14). Les UC de départ F des plants chargés émettent principalement 1 UC alors que les UC de départ F des plants chargés émettent surtout des axes à 2 UC.

1.2 Phénologie

1.2.1 Date d'émission des axes et de leurs UC

On veut déterminer si la charge du plant et le type d'UC de départ ont une influence sur la date d'apparition des axes émis et de leurs UC. On a travaillé graphiquement sur 2 variables :

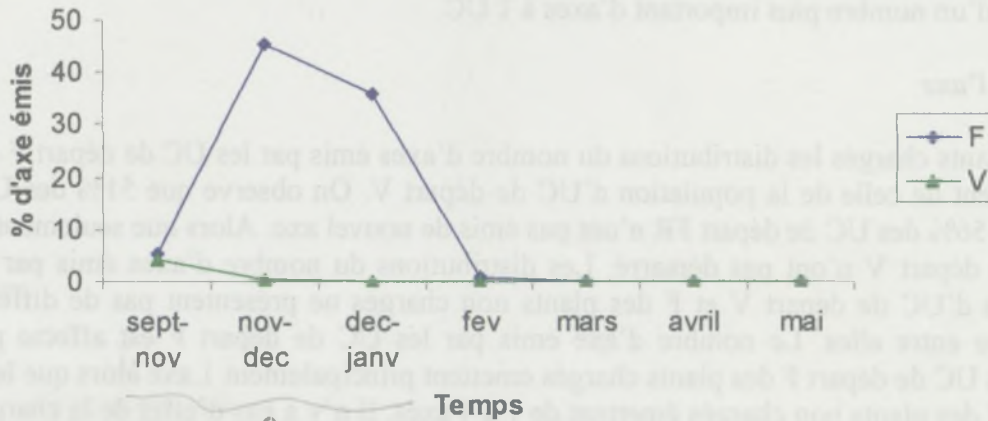
- la date d'émission de l'axe, c'est-à-dire la date d'émission de sa première UC,
- la croissance végétative de ces axes, c'est à dire les périodes de mise en place des autres UC sur ces axes (la deuxième et les suivantes).

Comme précédemment, les résultats sont présentés par variété. A titre d'exemple, on présente pour la variété Kensington Pride le plant le plus chargé I11 (figure 15 et 16) et un plant non chargé E4 (figure 17 et 18).

Irwin

Les UC restées végétatives sont pratiquement inexistantes chez cette variété.

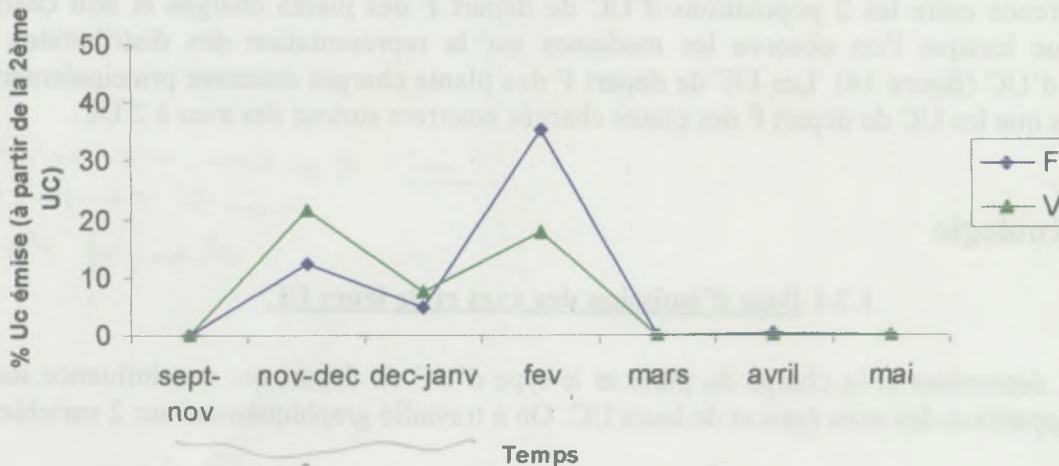
Kensington Pride, plant E4 (non chargé)



les dates limites

Figure 17 : Date d'émission des premiers axes par UC de départ V, F et FR du plant non chargé E4 (variété Kensington Pride).

Kensington Pride, plant E4 (non chargé)



les limites

Figure 18 : Période des phases de croissance végétative (à partir de la 2ème UC) du plant non chargé E4 (variété Kensington Pride).

Présentation de 7 variables avec double échelle
 -> Temps (mois) -> climat
 -> phyo stade de développement

Chez les 2 plants les moins chargés, les populations d'UC de départ F émettent les premiers axes entre décembre et janvier. Pour le plant le plus chargé ces UC de départ F mettent en place leur nouveaux entre janvier et février. Les UC de départ FR des plants les moins chargés démarrent en février, dans le mois suivant la récolte, alors que pour le plant le plus chargé elles émettent des axes en janvier et en février. La charge influence la reprise de la poussée végétative des UC de départ F et FR qui s'effectue essentiellement après la récolte.

Les UC de départ F des 2 plants non chargés ont des comportements similaires. l'émission des axes a lieu en novembre et décembre, après l'éclaircissage réalisé début novembre.

La croissance végétative des nouveaux axes sur le plant le plus chargé a lieu en une seule fois en mars pour les 2 types d'UC de départ F et FR. Pour les plants les moins chargés, les UC de départ F effectuent leur croissance végétative en mars chez l'un et en avril chez l'autre. La croissance des axes issus des UC de départ FR a lieu en avril sur ces 2 plants.

Chez les plants non chargés la croissance végétative des UC F s'effectue essentiellement en janvier avec une petite reprise en mars pour un des deux plants.

José

Chez les plants chargés l'émission des premiers axes par les UC V s'effectue entre octobre et décembre et n'est pas affectée par la charge du plant. Les UC de départ FR démarrent en mars sur un plant et avec un mois de retard, en avril, pour le plant le plus chargé. Elles ne démarrent pas sur le troisième plant chargé. Les UC de départ F du plant le moins chargé émettent des axes à partir d'octobre-décembre, soit en même temps que les UC de départ V. Les UC de départ F des plants les plus chargés émettent des axes entre mars et avril. Les UC de départ F et FR démarrent 1 mois après la récolte en février. Les populations d'UC de départ F et FR des arbres les plus chargés (B5 et F12) émettent 75 à 90% des nouveaux axes après la période de récolte en février.

Chez les plants non chargés, les UC de départ F et V émettent des axes entre novembre et décembre, après l'éclaircissage début novembre. Les UC de départ F d'un des plants non chargés démarrent en 2 vagues : l'une de novembre à janvier et l'autre en mars. Chez les plants non chargés, 95% des axes sont émis en novembre-décembre après l'éclaircissage.

Chez les plants chargés on observe que seuls les axes issus des UC de départ V émettent de nouvelles UC en 2 vagues : en octobre-décembre et en février pour 2 des plants. Sur le troisième plant, ces nouveaux axes ont deux périodes de croissance tardives : en février et surtout en avril.

Chez les plants non chargés on observe un décalage des vagues de croissance des nouveaux axes. Pour un des plants elles ont lieu en octobre-décembre et en février. Pour l'autre plant, elles ont lieu en février et en avril.

Lirfa

début de récolte.

Sur les 2 plants les moins chargés (B12 et F2) les UC de départ V émettent des axes entre octobre et décembre alors que pour le plant le plus chargé (B10), elles démarrent un peu en septembre et décembre-janvier. Les UC de départ F émettent des axes en décembre-janvier. Les UC de départ FR ne démarrent quasiment pas.

Chez les plants non chargés les UC de départ V démarrent en octobre. Les UC de départ F émettent des axes un mois plus tard, à partir de décembre-janvier.

La croissance végétative des nouveaux axes des plants chargés se fait essentiellement après la récolte, et surtout sur les axes émis par les UC de départ V. La croissance végétative des axes issus des UC de départ V des plants chargés est continue de décembre à février. Sur 2 des plants chargés, ces axes émettent également quelques nouvelles UC en avril. Les axes issus des UC de départ F du plant le plus chargé ont un pic de croissance en février, après la récolte.

Chez les plants non chargés on observe 2 vagues de croissance, en décembre-janvier et en mars sur les axes issus des UC de départ F et V. La croissance a lieu après l'éclaircissage de novembre par vagues régulières avec des intervalles de 2 mois.

Kensington Pride

Chez les plants chargés on observe des comportements différents en fonction de la charge du plant. Les plants les moins chargés montrent une émission d'axes précoce, entre novembre et janvier, quelque soit le type d'UC de départ. Puis de nouveaux axes sont émis, en faible quantité, en février. Chez le plant le plus chargé (figure 15 et 16) le démarrage des UC a lieu en février pour les UC de départ F et en avril pour les UC de départ FR, soit 2 mois après la récolte.

Chez les plants non chargés (figure 17 et 18), les UC de départ F émettent des axes de manière continue de novembre à janvier, soit après l'éclaircissage. Quelques UC de départ F démarrent tardivement, en avril, chez un des plants. Les UC de départ V, peu nombreuses, démarrent entre septembre et novembre, pendant la floraison.

Sur les 2 plants les moins chargés, les axes émis ont une vague de croissance dans le mois suivant leur apparition : entre décembre et février sur l'un, et de décembre à janvier sur l'autre, soit avant la récolte dans les 2 cas. Sur le plant le plus chargé, les axes émis ont une vague de croissance tardive, en avril, que ce soit ceux issus des UC de départ V, F ou FR. Quelques axes issus d'UC de départ V ont de plus des phases de croissance en novembre, et en février.

Sur les plants non chargés, la croissance est synchrone pour les axes émis par les UC de départ V et F et a lieu en 2 vagues séparées de 2 mois (novembre-décembre et février) sur un plant, ou en 1 vague prolongée de décembre à février sur l'autre.

Globalement, les plants chargés émettent des axes plus tardivement que les plants non chargés. En effet, les plants non chargés élaborent leur croissance végétative après l'éclaircissage et les plants chargés après la récolte. Plus la charge en fruits est importante plus la mise en place d'axes semble tardive par les populations d'UC de départ des plants chargés.

Plant I11 (chargé)

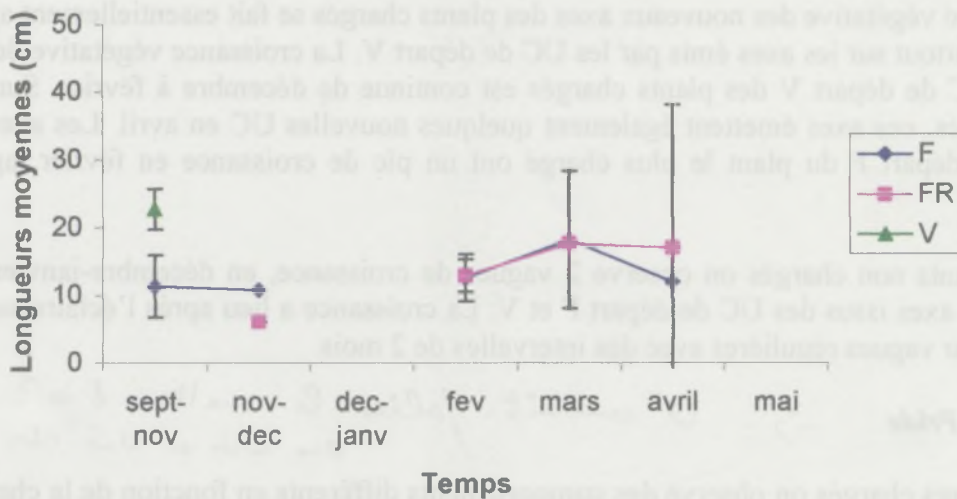


Figure 19 : Longueurs moyennes des axes émis par les UC de départ V, F et FR du plant le plus chargé, I11, en fonction de leur date d'émission (variété Kensington Pride).

Plant E4 (non chargé)

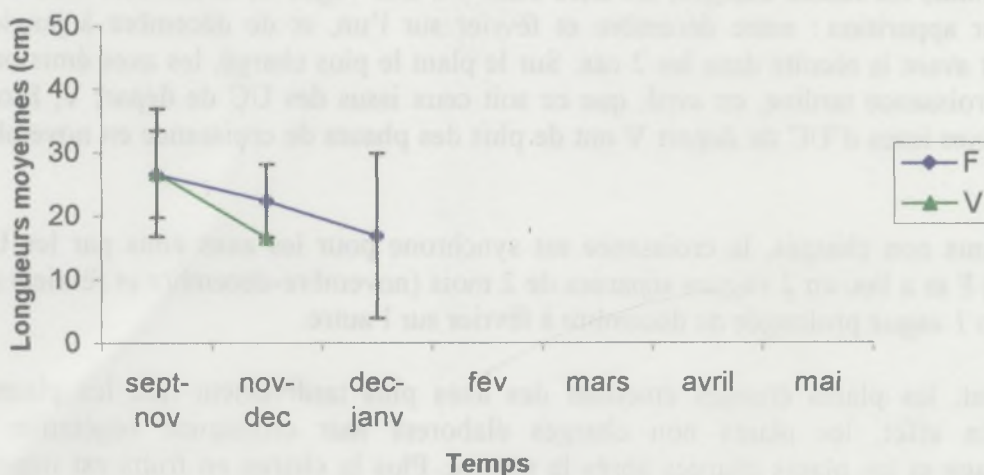


Figure 20 : Longueurs moyennes des axes émis par les UC de départ V, F et FR du plant non chargé, E4, en fonction de leur date d'émission (variété Kensington Pride).

1.2.2 Variation de la longueur des UC au cours du temps

On a étudié la longueur moyenne de la première UC des axes émis pour les différentes populations d'UC de départ, V, F et FR par plant et par variété, en fonction de leur date d'apparition. On présente 2 exemples chez la variété Kensington Pride, le plant I11 (figure 19), le plus chargé, et un plant non chargé E4 (figure 20).

On en a déduit des grandes tendances :

- Pour les plants chargés, la longueur de la 1^{ère} UC des axes émis pendant ou juste après la récolte, par les UC de départ F et FR est souvent plus courte que celle des axes émis plus tardivement. La longueur de la 1^{ère} UC des axes issus des UC de départ V est en général plus grande que celle des axes issus des UC de départ F, elle-même plus grande que celle des axes issus des UC de départ FR.
- Pour les plants non chargés, la longueur de la 1^{ère} UC des axes émis après l'éclaircissage, soit pendant la première phase de croissance végétative par les UC de départ F et V est plus grande que celle des axes émis plus tard. La longueur de la 1^{ère} UC des axes issus des UC de départ V et celle des axes issus des UC de départ F sont peu différentes.

On remarque également que les longueurs des 1^{ère} UC des axes issus des plants non chargés sont en général plus grandes que celles des axes issus des plants chargés.

On observe 2 classes de longueurs de la 1^{ère} UC d'axes :

- la variété la plus vigoureuse, Kensington Pride se détache du lot par l'élaboration de grandes UC, jusqu'à 27 cm,
- les variétés Irwin, José et Lirfa qui présentent des longueurs maximales de la 1^{ère} UC des axes de l'ordre de 20cm.

1.3 Morphométrie

De bonnes relations allométriques ($r^2 > 0.80$) ont été mises en évidence entre le diamètre à la base de l'axe et sa biomasse sèche, le nombre de feuilles et la surface foliaire qu'il porte (figure 21). Elles ont permis d'estimer les valeurs de ces variables pour les axes émis à partir des mesures du diamètre à la base.

On a étudié l'effet de 2 facteurs sur ces 3 variables :

- la charge du plant,
- le type d'UC de départ, UC V, UC F et UC FR.

Les distributions des valeurs estimées pour chaque axe sont présentées sur les figures 22 à 24 pour la biomasse sèche, le nombre de feuilles et la surface foliaire.

Ces graphiques montrent une grande variabilité des données au sein et entre les variétés. On remarque que la variété Kensington Pride, la plus vigoureuse, se détache des autres variétés Irwin, Lirfa et José, avec une biomasse sèche, un nombre de feuilles et une surface foliaire par axe largement supérieurs.

Variété José

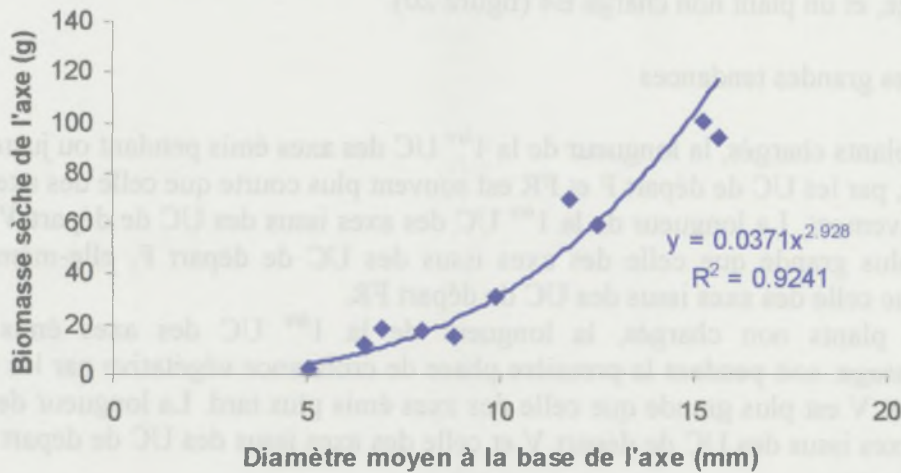
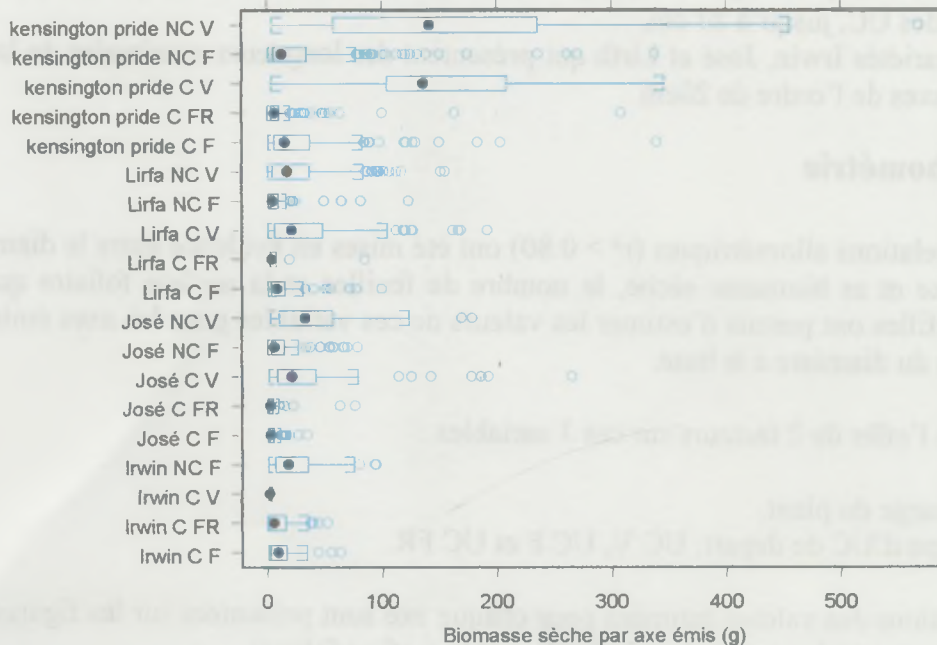


Figure 21 : Relation allométrique entre la biomasse d'un axe émis et son diamètre à la base pour la variété José.



le graphique explicative

Figure 22 : Distribution des valeurs estimées de la biomasse sèche (en g) par population d'UC de départ V, F et FR par traitement par plant et par variété.

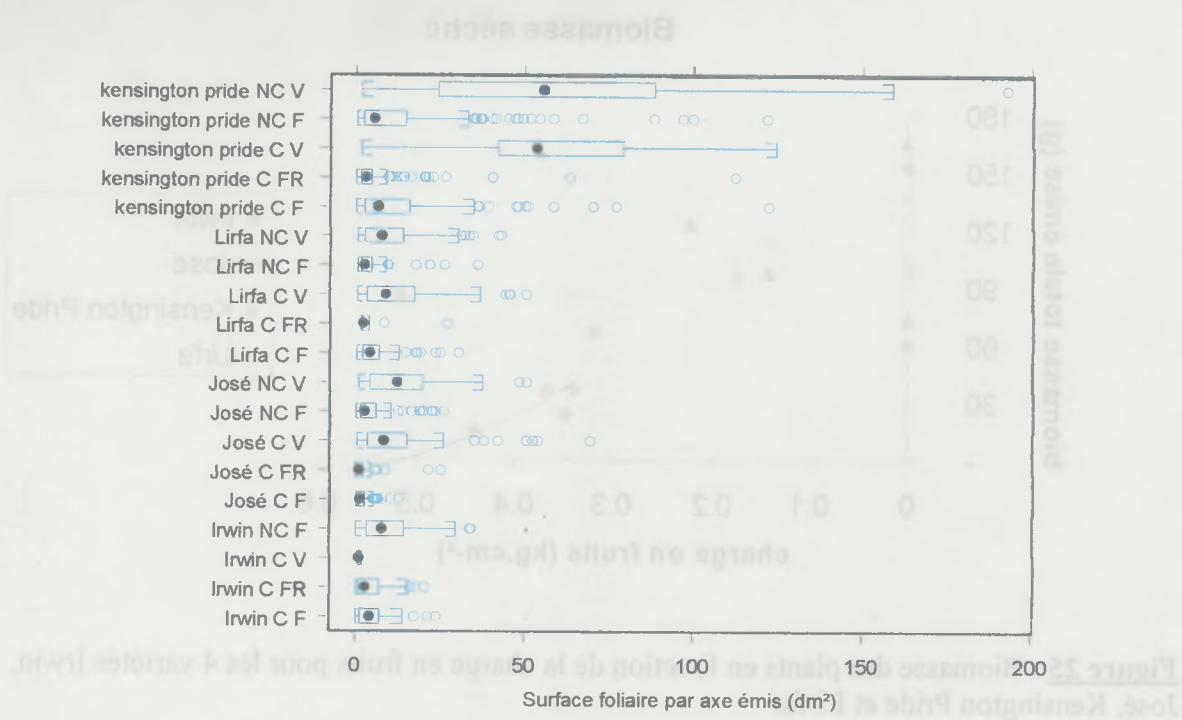


Figure 23 : Distribution des valeurs estimées de la surface foliaire émise (en dm^2) par population d'UC de départ, V, F et FR par traitement par plant et par variété.

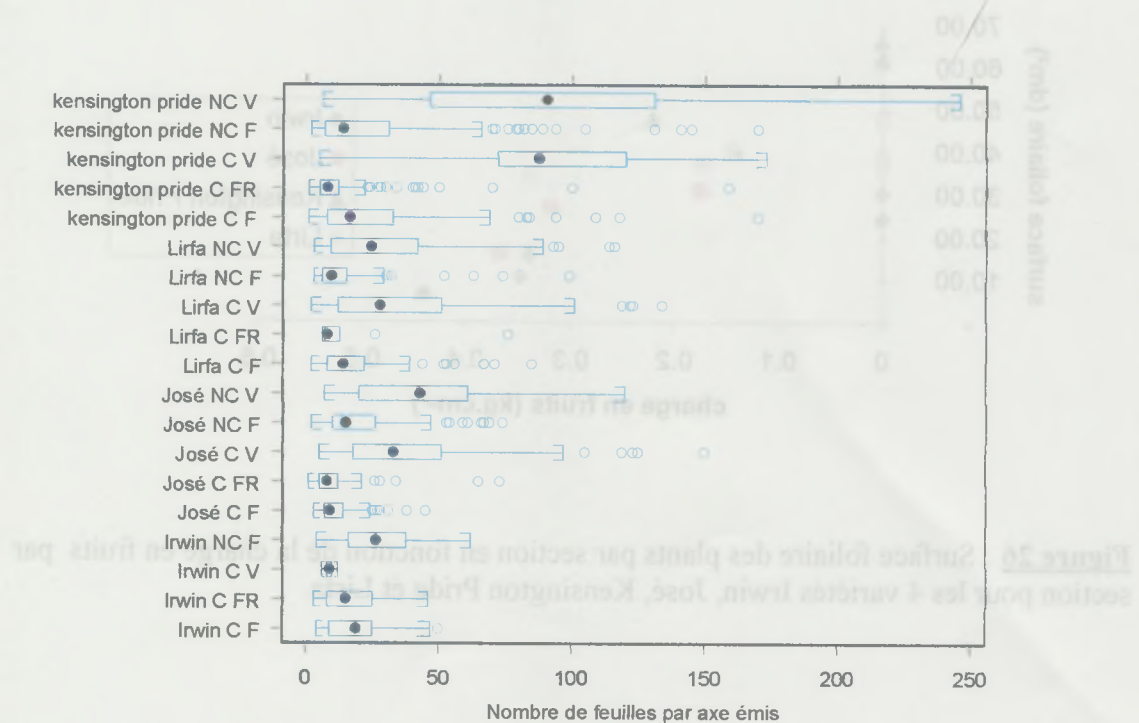


Figure 24 : Distribution des valeurs estimées du nombre de feuille émise par population d'UC de départ V, F et FR par traitement par plant et par variété.

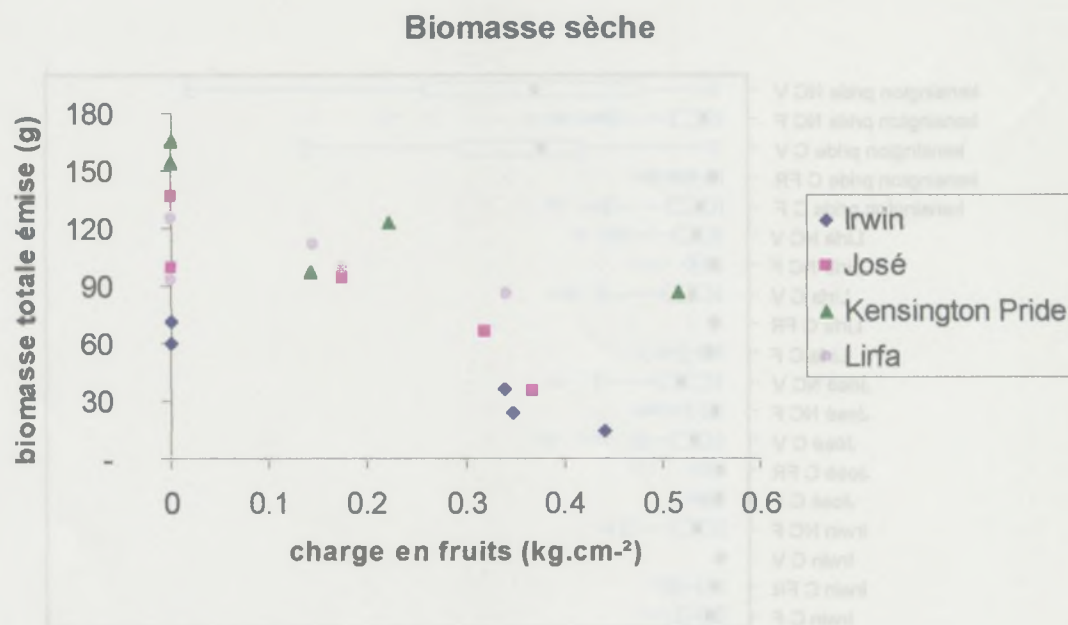


Figure 25 : Biomasse des plants en fonction de la charge en fruits pour les 4 variétés Irwin, José, Kensington Pride et Lirfa.

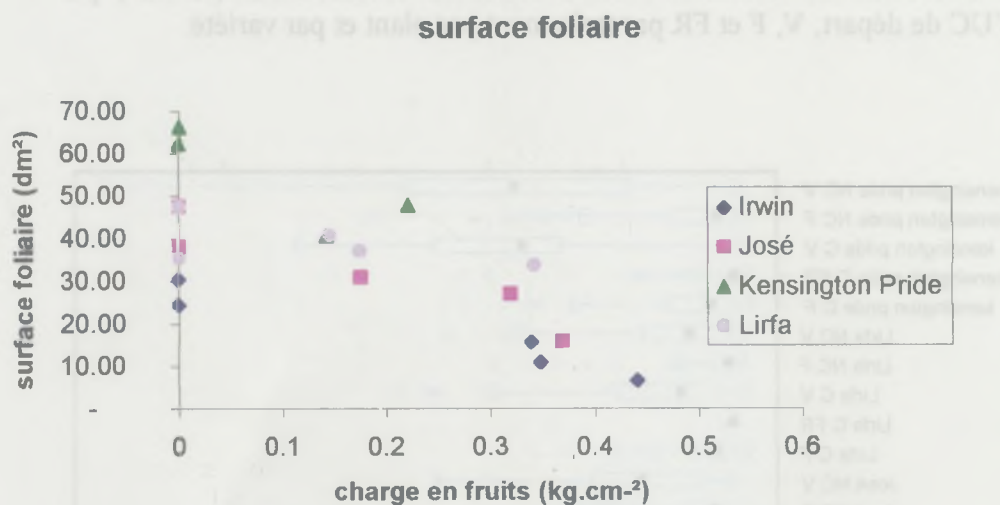


Figure 26 : Surface foliaire des plants par section en fonction de la charge en fruits par section pour les 4 variétés Irwin, José, Kensington Pride et Lirfa.

Les boîtes à moustaches montrent que les axes émis par les UC de départ V contribuent davantage à l'élaboration de la structure que les axes issus des autres populations d'UC de départ F et FR. On observe également des distributions plus étalées pour les axes issus des UC de départ V pour les plants non chargés. Les nombres d'axes émis par les populations d'UC de départ F et FR présentent des distributions relativement asymétriques. Les différences entre les traitements et les populations d'UC de départ sont moins marquées pour le nombre de feuilles par axe émis.

Pour mettre en évidence l'effet du traitement, on a rapporté ces différentes variables à la section du tronc de chaque plant. Ceci afin de s'affranchir de la taille initiale des plants et pouvoir comparer les données par arbre entre elles.

On présente les 2 graphiques suivants (figure 25 et 26):

- biomasse totale des axes émis par les plants en fonction de la charge en fruits,
- surface foliaire totale des axes émis par les plants en fonction de la charge en fruits.

Les arbres non chargés ont tendance à élaborer davantage de biomasse sèche, un nombre de feuilles (non montré) plus important, et une surface foliaire plus grande.

La variété Lirfa se détache des autres variétés avec 2 arbres chargés ayant un comportement proche des arbres non chargés. Il s'avère que ces 2 plants sont les moins chargés. Une charge minimale semblerait nécessaire pour engendrer des différences notables entre plants chez cette variété. Il est également possible que ce soit le plant non chargé (F6) qui présente un comportement particulier, avec des valeurs basses pour les variables étudiées.

Globalement plus la charge des plants est importante, plus les variables étudiées sont faibles. Les plants les moins chargés émettent plus de biomasse, de feuilles et présentent une surface foliaire plus importante que les plants les plus chargés. Les coefficients directeurs (pentes) des droites de régression confirment cette tendance. Pour la biomasse, la variété José est la plus affectée par la charge en fruits ($a = -201 \text{ g.kg}^{-1}$), suivi de la variété Kensington Pride ($a = -136 \text{ g.kg}^{-1}$), puis de la variété Irwin ($a = -111 \text{ g.kg}^{-1}$). De même pour la surface foliaire la variété José est la plus affectée par la charge en fruits ($a = -64 \text{ dm}^2.\text{cm}^{-2}$), suivi de la variété Kensington Pride ($a = -53 \text{ dm}^2.\text{cm}^{-2}$) puis de la variété Irwin ($a = -44 \text{ dm}^2.\text{cm}^{-2}$). La variété Lirfa est également affectée mais dans une moindre mesure.

Puis on a voulu voir si un type d'UC de départ contribue davantage que les autres à l'élaboration de la biomasse, au nombre de feuilles et à la surface foliaire. On a mis en relation le pourcentage de chaque type d'UC de départ sur chaque plant, avec la contribution, exprimé en pourcentage, de chaque type d'UC de départ à la biomasse, la surface foliaire et le nombre de feuilles émis sur le plant.

D'une manière générale, la population d'UC de départ V, souvent minoritaire par rapport aux autres populations d'UC de départ, contribue plus largement à la biomasse sèche, au nombre de feuilles et à la surface foliaire émis. On distingue tout de même 3 comportements variétaux :

- Chez la variété Irwin, la population d'UC de départ V est trop peu représentée, ce sont les UC de départ F et FR qui participent à l'élaboration de la biomasse, du nombre de feuilles et de la surface foliaire,

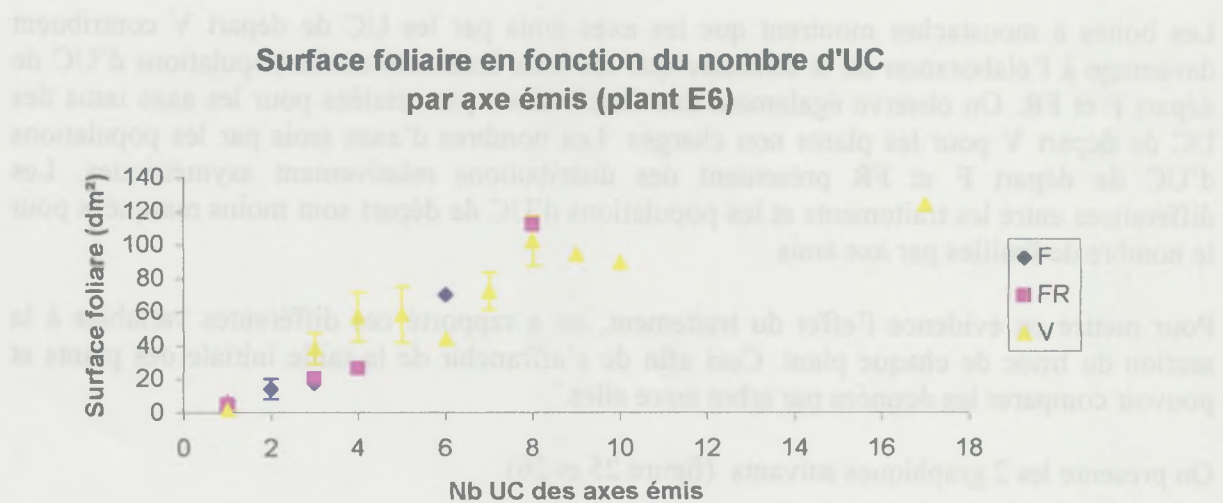


Figure 27 : Surface foliaire émise en fonction du nombre d'UC émis par les populations d'UC de départ V, F et FR pour le plant E6

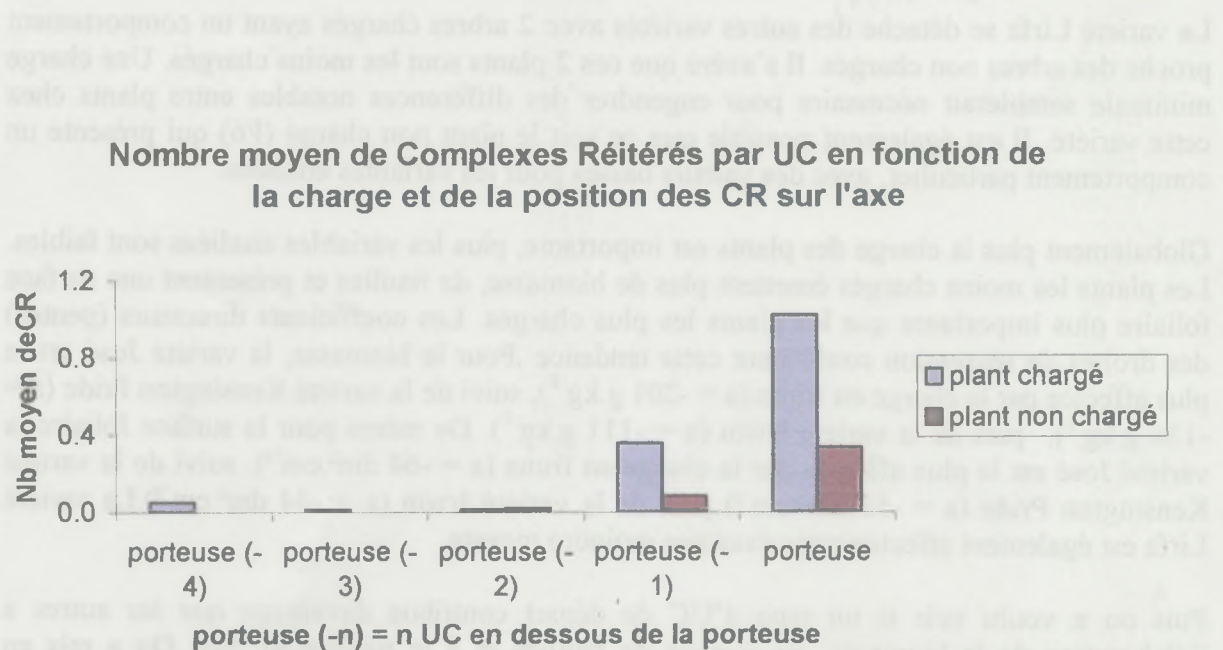


Figure 28 : Nombre moyen de CR par UC de départ de la variété Irwin en fonction de la charge et de la position des CR sur l'axe.

- Chez les variétés José et Kensington Pride, les UC de départ V représentent de 9 à 30% de l'ensemble des UC de départ (sauf pour B5, où les UC de départ V sont très peu représentées) et elles produisent entre 27 et 80% de la biomasse, du nombre de feuille et à la surface foliaire,
- Chez la variété Lirfa, le pourcentage d'UC de départ V est relativement proche du pourcentage de leur contribution à l'élaboration de la biomasse, du nombre de feuilles et de la surface foliaire.

On a montré précédemment que les UC de départ V émettent des axes ayant souvent un nombre d'UC plus élevé. Ce qui pourrait expliquer leur large contribution dans la biomasse émise. Pour le vérifier on a regardé l'évolution de la biomasse, du nombre de feuilles et de la surface foliaire des axes émis en fonction de leur nombre d'UC. Le nombre d'UC des axes émis par les UC de départ V est effectivement plus grand (exemple du plant E6, variété Kensington Pride, pour la surface foliaire, figure 27). Mais pour un même nombre d'UC, la biomasse sèche, la surface foliaire et le nombre de feuilles sont plus importants chez les UC de départ V. Ces axes possèdent donc une biomasse, un nombre de feuilles et une surface foliaires plus importants d'une part par un nombre d'UC des axes plus élevé, et d'autre part par des caractéristiques morphométriques par UC plus grandes.

2. Réitération

La proportion (tableau 3) des CR émis est très hétérogène entre les variétés (de 0,22 % à 18,49 %). Seules seront traitées les variétés dont le taux de réitération est supérieur à 5% (moyenne de la réitération pour les différentes variétés). Les variétés Irwin et Tommy Atkins présentent un comportement réitératif puisque 18,49 % des axes émis chez Irwin et 12,42 % de ceux de Tommy Atkins sont des CR. Ces variétés seront étudiées pour la réitération.

La réitération est étudiée en fonction de la charge en fruits du plant. Les positions relatives des CR sur les branches ont été déterminées.

2.1 Irwin

Le pourcentage d'axes issus de la réitération est assez hétérogène entre les différents arbres (tableau 3). Plus l'arbre a porté de fruits, plus le pourcentage de CR est important. Le nombre moyen d'UC de ces CR est relativement constant entre les plants : proche de 2.

Les plants d'un même traitement ont le même comportement quant à la position des CR le long de la branche. On a donc représenté le nombre moyen d'axes réitérés par UC pour les plants chargés et non chargés en fonction de leurs positions par rapport à la porteuse, c'est-à-dire l'UC subterminale (figure 28).

Le nombre moyen de CR émis par axe porteur est de 1,31 pour les arbres chargés et de 0,46 pour les non chargés. Il semble donc que la charge en fruit de l'arbre induise la formation d'un nombre plus important de CR. Ces CR se situent principalement sur la porteuse ou la porteuse (-1), soit 1 à 2 UC en dessous de l'UC terminale.

Afin de tester l'effet de la charge du plant sur le nombre de CR émis par axe on a comparé les distributions des nombres de CR émis par axe porteur des arbres chargés et non chargés. Les distributions observées sont les suivantes :

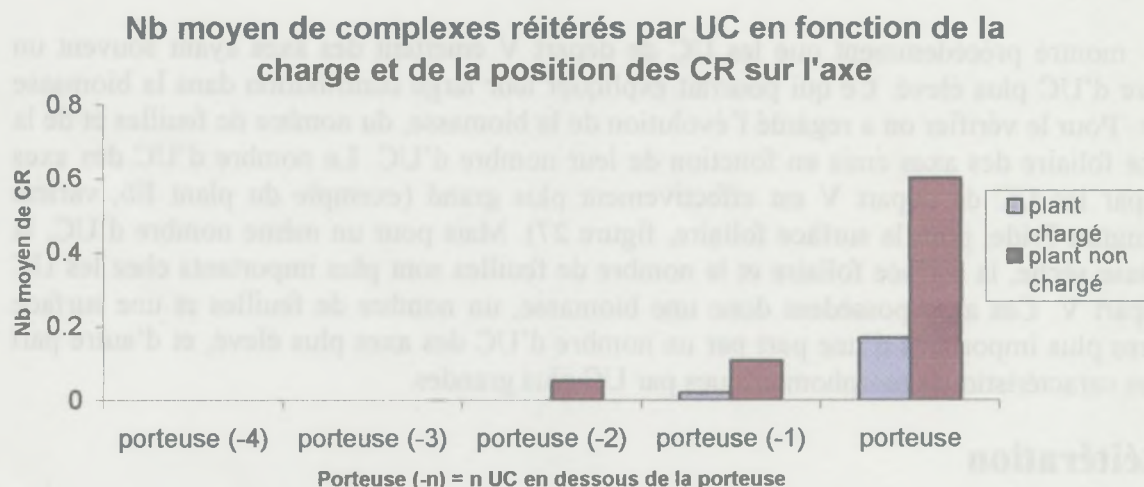


Figure 29 : Nombre moyen de CR par UC de départ de la variété Tommy Atkins en fonction de la charge et de la position des CR sur l'axe.

| Nb de CR émis par axe porteur | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------------------------------|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| Total des plants chargés | 22 | 7 | 10 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 46 |
| Total des plants non chargés | 34 | 2 | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 |

Une différence significative (test de Fisher, $p = 0,04$) est observée entre ces distributions. Lorsque l'on effectue le même test sans la classe 0 (axes n'ayant pas émis de CR), la différence n'est plus significative (test de Fisher, $p = 0,80$). La proportion d'axes porteurs ayant émis des CR est significativement différente entre les arbres chargés et non chargés mais les distributions des nombres de CR émis par les axes ayant démarré ne sont pas significativement différentes. Le pourcentage d'axes porteurs ayant démarré dans les plants chargés est de 52.2 % alors que dans les plants non chargés, il n'est que de 20.9 %.

Pour tester si les axes ayant porté des fruits émettent davantage de CR on compare les distributions du nombre de CR émis en fonction de la charge ou non des axes porteurs sur les plants chargés :

| Nb de CR émis par axe porteur | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-----------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| Axe ayant porté au moins un fruit | 11 | 6 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 29 |
| Axe non porteur de fruits | 11 | 1 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |

Il n'y a pas de différence significative entre ces distributions (test de Fisher, $p = 0,45$). L'émission de CR et le nombre de CR ne sont pas directement liés à la charge de l'axe porteur.

2.2 Tommy Atkins

Cette variété présente un nombre important de complexes réitérés surtout chez 2 arbres, D14 (chargé) et H6 (non chargé). Les résultats sont donc à pondérer car les distributions de ces CR ne représentent que celles de ces 2 plants.

On a représenté le nombre moyen d'axes réitérés par UC pour les plants chargés et non chargés en fonction de leurs positions par rapport à la porteuse (figure 29).

On observe en moyenne 0,23 CR émis par axe porteur pour les arbres chargés et 0,89 pour les plants non chargés. Ces CR se situent essentiellement au niveau de la porteuse et de la porteuse (-1).

Comme pour la variété Irwin, les distributions des nombres de CR émis par axe porteur en fonction de la charge des plants ont été comparées :

| Nb de CR émis par axe porteur | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| Total des plants chargés | 77 | 4 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 87 |
| Total des plants non chargés | 27 | 5 | 3 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 42 |

Les distributions présentent des différences significatives (test de Fisher, $p = 0,001$). Cependant, le même test effectué en l'absence de la classe 0 (axes non démarrés) ne laisse plus apparaître de différence significative (test de Fisher, $p = 0.23$). Donc seule la proportion d'axes porteurs ayant démarré varie entre les plants chargés et non chargés, avec respectivement 11.5 % et 35.7 % d'axes démarrés.

On compare ensuite les distributions du nombre de CR émis en fonction de la charge de l'axe porteur sur les plants chargés pour tester si la charge induit la formation de CR :

| Nb de CR émis par axe porteur | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Total |
|--------------------------------------|----|---|---|---|---|-------|
| Axe ayant porté un (ou des) fruit(s) | 30 | 3 | 2 | 0 | 0 | 35 |
| Axe non porteur de fruits | 47 | 1 | 2 | 1 | 1 | 52 |

Les différences entre les distributions du nombre de CR émis en fonction de la charge ne sont pas significatives (test de Fisher, $p = 0.53$). L'émission de CR et le nombre de CR ne sont pas conditionnés par la charge de l'axe porteur.

A l'échelle de l'arbre, on obtient pour la variété Tommy Atkins des résultats opposés à ceux observés chez Irwin, puisque ce sont les arbres non chargés qui présentent le plus grand nombre de réitérations. Mais le nombre de CR observés chez Tommy Atkins est essentiellement dû à 2 plants. Chez ces 2 variétés l'émission de CR n'est pas directement liée à la fructification des axes. La différence se situe davantage au niveau du pourcentage d'axes ayant démarré. Dans les 2 cas, les CR sont localisés principalement 1 à 2 UC en dessous de l'UC terminale ayant fleuri, très rarement en dessous.

DISCUSSION

discussion

Les résultats ont permis de déduire des grandes tendances du comportement des variétés aux différentes échelles étudiées :

Effet de la charge en fruits aux différentes échelles traitées

Echelle de l'arbre

Nombre d'axes émis

Deux variables peuvent être affectées par la charge en fruits :

- le pourcentage de démarrage des UC de départ
- le nombre d'axes émis par les UC ayant démarré.

On a ainsi déduit 4 groupes distincts :

- Le démarrage des UC de départ et le nombre d'axes émis ne sont pas affectés par la charge en fruits : Cas des variétés **Irwin** et **José**,
- Le démarrage des UC de départ est affecté par la charge en fruits mais pas le nombre d'axes émis par ces UC : cas des variétés **Lirfa**, **Nam Doc Mai** et **Tommy Atkins**,
- Le démarrage des UC de départ n'est pas affecté par la charge en fruits mais le nombre d'axes émis est diminué : cas de la variété **Kent**,
- Le démarrage des UC de départ et le nombre d'axes émis sont affectés par la charge en fruits : cas de la variété **Kensington Pride**.

Nombre d'UC des axes émis

La charge en fruits affecte le nombre d'UC par axe de toutes les variétés. Les plants chargés ont tendance à émettre un nombre important d'axes à 1 UC alors que les arbres non chargés ont plutôt 2 UC par axe émis. Toutefois une charge en fruits minimale semble nécessaire pour que le nombre d'UC par axe soit affecté chez la variété Lirfa car seul le nombre d'UC des axes émis par le plant le plus chargé (0.342 kg.cm^{-2}) est diminué. Les 2 autres plants chargés (0.145 et 0.174 kg.cm^{-2}) se comportent comme des arbres non chargés.

En général, plus la charge en fruits est importante plus le nombre d'axes à 1 UC augmente. L'augmentation de la charge chez les variétés Lirfa et Tommy Atkins diminue le nombre d'axes à 2 UC.

Les traitements chargés et non chargés, mettent en évidence des comportements variétaux différents dans le démarrage et le nombre d'axes émis à l'échelle globale de l'arbre. Ils ont également permis d'observer des similitudes entre ces variétés dans la diminution du nombre d'UC par axe émis.

Echelle de l'axe

Cette échelle nous a permis de comparer le comportement de chaque type d'UC de départ.

Nombre d'axes émis

A l'exception de la variété Irwin et Kent, les populations d'UC de départ FR sont celles qui démarrent le moins et émettent en général 1 à 2 axes.

Chez la variété Nam Doc Mai, le démarrage des UC F est affecté par la charge en fruits. Elles émettent moins d'axes chez les variétés Kensington Pride, Kent, et Tommy Atkins.

Le démarrage des UC V est diminué par la charge chez les variétés Lirfa, Nam Doc Mai, et Kent. Et le nombre d'axes émis est moins important chez la variété Kent.

D'une manière générale, les UC de départ V démarrent mieux que les UC de départ F, elles-mêmes démarrant mieux que les UC de départ FR. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Issarakraisila et Considine (1991). Ils ont évalué les proportions de rameaux de la variété Kensington Pride qui produisent de nouvelles pousses après la récolte : 3.7% des UC ayant portée des fruits jusqu'à maturité (ce qui correspond à nos UC de départ FR), 36% des UC ayant fleuri sans porter de fruit (ce qui correspond à nos UC de départ F) et 49.1 % des UC restées végétatives (ce qui correspond à nos UC de départ V). Le nombre d'axes émis est moins importante lorsque les UC de départ ont fleuri ; il l'est encore moins quand les axes ont porté des fruits.

Nombre d'UC des axes émis

Pour la plupart des variétés, la population d'UC FR émet essentiellement des axes à 1 UC. Seule la variété Irwin présente 2 UC par axe émis.

Le nombre d'UC par axe de la population d'UC de départ F de la variété Nam Doc Mai n'est pas affecté par la charge. Les UC de départ F des autres variétés ont tendance à émettre moins d'UC par axe sur les plants chargés.

Le nombre d'UC par axe issu des populations d'UC de départ V est affecté par la charge chez 2 variétés : Nam Doc Mai et Tommy Atkins. Mais chez cette dernière, le nombre d'UC par axe est plus important chez les plants chargés.

En conclusion, chez les plants chargés, les UC de départ V ont tendance à émettre plus d'UC par axe que les 2 autres populations d'UC de départ, F et FR. Le travail à l'échelle de l'axe permet de mieux localiser les axes affectés par la charge en fruits. Il serait bon cependant de s'assurer que le comportement de chaque variété à l'échelle de l'arbre entier ne soit pas le reflet d'une proportion plus importante d'une catégorie d'UC de départ. Nos résultats nous ont permis de regrouper des variétés présentant des comportements semblables. Les regroupements que nous avons fait ne rejoigne pas la typologie réalisé par Tayllamin en 2003 sur la base de la densité de ramification.

Les résultats sur la croissance séquentielle (nombre d'axes, nombre d'UC par axe émis), la morphométrie et la phénologie suggèrent l'existence d'un lien entre les différentes variables étudiées. Une hypothèse de gestion du C pourrait expliquer en partie nos observations.

Le carbone : moteur de la croissance végétative chez le manguiier ?

L'hypothèse est que les résultats obtenus découlent d'une compétition pour le carbone entre la croissance végétative d'une part et la floraison et fructification d'autre part.

L'effet de la floraison et de la fructification peut intervenir à 2 niveaux éventuellement conjoints. D'une part, l'inflorescence et la croissance du fruit représentent des puits de carbone important et prioritaire chez la plante. Chez le manguier pendant la phase de croissance des fruits, un vidage de l'amidon dans les feuilles, les branches et les racines a été observé (Stassen et Janse Van Vuuren, 1996). De même chez d'autres espèces tels que l'avocatier (Scholefield et al, 1985) et le clémentinier (Marchal et Folliot, 1992.) les réserves en carbone se trouvent au plus bas après la récolte. On peut s'attendre à une forte compétition pour le carbone entre la fructification et les autres fonctions de la plante notamment la croissance végétative. D'autre part, des communications chimiques notamment hormonale s'établissent entre le fruit et le reste de la plante. Ces hormones pourraient avoir un effet antagoniste sur la croissance végétative : la présence de fruits sur la plante pourrait limiter la croissance végétative, et son retrait n'empêcherait plus la croissance.

Chez les plants non chargés la suppression des jeunes fruits en croissance laisse disponible le carbone (réserve et assimilation) pour la croissance végétative. Il en résulterait un démarrage de la croissance végétative plus précoce des UC de départ V et F. Les différences observées dans le retard au démarrage des UC de départ F pourraient s'expliquer soit par un affaiblissement localisé du carbone lié au développement des inflorescences et à la formation des petits fruits, soit par des échanges hormonaux entre les petits fruits avant leur retrait et leur UC de départ.

Globalement le démarrage plus précoce des nouveaux axes sur les plants non chargés laisse plus de temps à certains d'entre eux pour leur croissance végétative avant la période de repos préfloral suivante (juillet 2004), conduisant à des axes de grande taille ayant élaboré plusieurs étages de ramification. La plupart des autres axes montrent en général 2 vagues de croissance, la dernière s'achevant en février- mars. La croissance végétative chez ces arbres se traduit par des axes ayant plus d'UC avec une biomasse, une surface foliaire et un nombre de feuille plus important et un arrêt de la croissance plus précoce. Ces éléments peuvent favoriser une meilleure induction florale et donc une meilleure floraison. En effet, les UC de croissance terminale qui rentrent en phase de repos préfloral ont un âge avancé. Scholefield et al (1986) ont montré que des rameaux les plus âgés produisent plus d'inflorescences. Issarrakraisila et Considine (1991) ont montré chez la variété Kensington Pride que les rameaux ayant émis plus d'UC ont 85% de chance de fleurir et de produire une inflorescence, alors que ceux ayant peu ou pas émis d'UC présentent 56% de chance de fleurir.

Sur les plants chargés, d'après nos hypothèses de départ, la présence de la fructification limiterait le démarrage de la croissance végétative soit par une forte compétition avec le carbone, soit à travers des signaux hormonaux. Pendant la période de croissance des fruits, l'émission de nouveaux axes est cependant observée sur la plante, surtout sur les UC de départ V et F. Ce qui nous amène à penser que l'inhibition par le fruit de la croissance végétative a une faible portée. La levée de cette inhibition au moment de la récolte favorise la reprise de l'émission de nouveaux axes qui a lieu donc plus tardivement que les plants non chargés. Le statut carboné du plant étant faible au moment de la récolte (Stassen, 1991 Scholefield, 1986 et Marchal, 1992), le nombre d'axes mis en place est affecté chez certaines variétés et la première UC des axes émis est plus courte. Le retard à l'émission des nouveaux axes se traduit par une durée possible de croissance avant la phase de repos préfloral, et par l'entrée dans cette phase d'UC terminale destinée à fleurir plus jeune que sur les plants non chargé. Ces éléments ne favorisent pas une bonne induction florale. Ce retard et le bas statut

carboné consécutif à la récolte se traduit une production de biomasse, une surface foliaire et un nombre de feuille plus faible.

→ Thème d'une prochaine réunion

Ils existent des différences de comportement en croissance en fonction des UC de départ. Les UC de départ V ont tendance à démarrer plus précocement et à élaborer une biomasse plus importante. Ces UC, bien que plus faiblement représentées par rapport au UC florifères et fructifères, contribuent davantage à l'élaboration de la biomasse sèche, au nombre de feuilles et à la surface foliaire. Les résultats obtenus viennent corroborer les travaux obtenus chez des arbres âgés de la variété Lirfa (Damour, 2003). L'activité végétative est plus élevée pour les UC restées végétatives (3,14 g de matière sèche émise par gramme d'unités de croissance, de départ) que celles ayant fleuri (1.87g/g). Les UC ayant portée des fruits, ont une très faible activité végétative (0.2g/g). Ces différences d'activité végétative ont été trouvées chez l'arbre et aussi pour chaque charpentière. Nos résultats sont similaires mais font référence à une échelle plus fine : l'échelle de l'axe. Ce comportement montre que les rameaux conservent une certaine autonomie par rapport à leur capacité à démarrer de façon plus ou moins intense en fonction de la présence ou non d'une floraison ou d'une fructification. Cette capacité à démarrer et son intensité sont limitées par le statut carboné de l'arbre, déterminé par sa charge en fruits. Ceci peut d'ailleurs expliquer en partie le phénomène d'asynchronisme végétatif observé chez le manguier.

En terme de perspectives, il est nécessaire :

- d'approfondir l'analyse des données, et plus particulièrement la relation avec la morphométrie des UC de départ (dimension, position terminale ou latérale...),
- de voir la relation entre la croissance végétative et la floraison, les relevés de la floraison 2004 sont actuellement en cours.

→ 2 notions
- date émission ✓
- qualité des UC ✓

Réitération

L'apparition des CR, outre son déterminisme génétique, est aussi lié à des facteurs environnant le CR, tels que :

- La géométrie des axes porteurs : un axe arqué va davantage réitérer qu'un axe érigé,
- La structuration de la frondaison : la densité de ramification plus faible permet la pénétration de la lumière sur les charpentières ce qui peut stimuler le réveil des bourgeons latents,
- La notion d'espace libre : plus la ramification séquentielle est importante, moins il y a d'espace disponible pour que la ramification de type réitération puisse s'exprimer.

Nos résultats nous amène à discuter ces différents facteurs.

La présence d'un fruit engendre une arcure naturelle avec son poids. Ceci entraîne des changements d'environnement lumineux et des changements de forme et d'orientation de l'axe pouvant conduire à la formation de CR. Cependant, on a mis en évidence qu'il n'y avait pas de relation entre la présence d'un fruit et l'émission de CR. Les arcures naturelles liées aux fruits ne semblent pas être un facteur favorisant la réitération chez nos variétés.

... (faint text) ...

... (faint text) ...

- ... (faint text) ...
- ... (faint text) ...
- ... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint title) ...

- ... (faint text) ...
- ... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint signature) ...

Les variétés qui réitèrent le plus possèdent une densité de ramification plus faible (Tayllamin, 2003) que les autres cultivars. Une densité de ramification plus faible peut permettre un meilleur accès à la lumière et favoriser l'émergence de bourgeons latents.

Nous n'avons pas les dates d'émission des CR pour la variété Tommy Atkins. Mais chez la variété Irwin, plus de 50% CR émis par les plants chargés (tous plants confondus) ont été émis en février soit après la récolte. Chez les plants non chargés de Irwin, ils ont été émis de décembre à janvier, soit après l'éclaircissage. Ce qui signifie que la phénologie d'apparition des CR est la même que celle des ramifications séquentielles. La ramification séquentielle des variétés Tommy Atkins et Irwin n'est pas moins importante que chez les autres variétés. Il n'y a donc pas de lien avec la notion d'espace libre.

Il semble que la libération de puits de carbone chez la variété Irwin augmente sa capacité à émettre des CR. Le comportement florifère des CR réitérés est actuellement observé, ce qui permettra d'évaluer leurs contributions à la floraison et éventuellement à la fructification. Goguey (1995) avait d'ailleurs montré que les CR ont une capacité à fleurir et à fructifier supérieure à la ramification séquentielle.

αποβλήτων ή με αναρρίχηση από το έδαφος.

Επομένως (1992) είναι η ανάγκη να γίνει ένα έργο που να συνδυάζει τις δύο αυτές μεθόδους, δηλαδή η εφαρμογή μιας συνδυασμένης ή μεθόδου με εξαγωγή από το έδαφος και αναρρίχηση από το έδαφος. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι η εξής: Η πρώτη φάση είναι η εξαγωγή από το έδαφος των αποβλήτων που βρίσκονται σε βάθος μέχρι 10 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους. Η δεύτερη φάση είναι η αναρρίχηση των αποβλήτων που βρίσκονται σε βάθος μεγαλύτερο από 10 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους.

Ας ληφθεί υπόψη ότι η μέθοδος αυτή είναι η εξής:

Η πρώτη φάση είναι η εξαγωγή από το έδαφος των αποβλήτων που βρίσκονται σε βάθος μέχρι 10 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους. Η δεύτερη φάση είναι η αναρρίχηση των αποβλήτων που βρίσκονται σε βάθος μεγαλύτερο από 10 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους. Η τρίτη φάση είναι η μεταφορά των αποβλήτων που έχουν αναρριχηθεί στην επιφάνεια του εδάφους. Η τέταρτη φάση είναι η διάθεση των αποβλήτων που έχουν μεταφερθεί στην επιφάνεια του εδάφους. Η πέμπτη φάση είναι η επεξεργασία των αποβλήτων που έχουν μεταφερθεί στην επιφάνεια του εδάφους. Η έκτη φάση είναι η απομάκρυνση των αποβλήτων που έχουν επεξεργαστεί.

Επομένως είναι η μέθοδος με την οποία γίνεται η αναρρίχηση από το έδαφος.

Επομένως είναι η μέθοδος με την οποία γίνεται η αναρρίχηση από το έδαφος. Η μέθοδος αυτή είναι η εξής: Η πρώτη φάση είναι η εξαγωγή από το έδαφος των αποβλήτων που βρίσκονται σε βάθος μέχρι 10 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους. Η δεύτερη φάση είναι η αναρρίχηση των αποβλήτων που βρίσκονται σε βάθος μεγαλύτερο από 10 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους.

Conclusion

La régularité et la qualité de la production sont des problèmes majeurs pour le manguiier. Ces contraintes rendent cette culture peu attrayante malgré la demande croissante des consommateurs.

C'est dans un objectif d'exportation et de diversification que le CIRAD de la Réunion a entrepris d'acquérir des connaissances scientifiques et d'élaborer des solutions techniques permettant d'améliorer la production du manguiier.

L'existence supposée de relations entre la croissance végétative et la floraison implique une étude détaillée de la croissance végétative chez le manguiier. Dans ce contexte, notre étude a porté sur l'effet de la charge en fruits sur la croissance végétative de 7 variétés de manguiier.

Notre étude a permis de mettre en évidence que la suppression par éclaircissage des petits fruits ou des fruits matures au moment de la récolte permet un démarrage rapide de la croissance végétative. La libération précoce de puits en carbone permet également une mise en place plus rapide et plus nombreuses de nouvelles unités de croissance. Ceci suggère une compétition du carbone entre les différentes structures reproductrices et végétatives au sein de l'arbre.

Les informations obtenues permettent d'envisager un modèle de fonctionnement de la croissance de l'arbre et des facteurs jouant sur la croissance végétative. Cependant le fait qu'il manque le lien entre la croissance 2004 et la floraison 2004 ne permet pas actuellement d'envisager des applications agronomiques favorisant une floraison plus régulière, plus précoce et une limitation du phénomène d'alternance.

Comment ?
pourquoi ?

Références Bibliographiques

Revue et publications

Attiwill P.M., 1966. A method for estimating crown weight in Eucalyptus, and some implications of relationships between crown weight and stem diameter. *Ecology*, 47 (5), p 795-804.

Chacko E.K., 1984. Physiology of vegetative and reproductive growth in mango (*Mangifera indica* L.) trees -review paper. *Proceeding First Australian Mango Research Workshop*, p 54-70.

Chacko E.K., 1991. Mango flowering, still a enigma!. *Acta Horticulturae*, n° 291, p 12-21.

Chambre d'Agriculture de la Réunion- SUAD, 2002. La mangue, Dossier technico-économique.

CIRAD info, Juillet-Août 2003. Qualité des productions horticoles à l'île de la Réunion. Mensuel du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, n°137, p 12.

Cull B.W., 1991. Mango crop management. *Acta Horticulturae*, n° 291, p 154-173.

Costes E., 1988. Analyse architecturale et modélisation du litchi. Thèse de Doct. Botaniques tropicales, USTL, Montpellier.

Dagnélie P., 1998. Statistique théorique et application, tome 2, Inférence statistique à 1 ou 2 dimensions, de Boeck et Larcier. SA, Bruxelles, Belgique.

Damour G., 2003. Rapport de stage, Le manguier (*Mangifera indica*) Lirfa à la Réunion, Etude de la matière sèche de l'arbre et des réserves carbonées du système racinaire : teneurs et répartition.

Goguey T., 1995. Thèse: Approche architecturale des mécanismes de la croissance aérienne et de la floraison du manguier, Université de Montpellier.

Goguey T., 1996. Architectural approach of the mechanisms of canopy growth and flowering of mango trees. *Acta Horticulturae*, n° 455, Vol 1, p 124-131.

Human C.F. et Rheeder S., 2004. Mango breeding: Results and Successes, *Acta Horticulturae*, n° 645, p 331-336.

Issarrakraisila M and Considine J.A., 1991. Pattern of vegetative and reproductive growth of mango trees in a warm temperate region of Western Australia. *Acta Horticulturae* n° 291.

Lauri P.E., et Goguey T., 1999. Réflexion sur la conduite du pommier et du manguier, éléments de recherche et d'applications. *Fruits*, Vol 54 (5), p359-369.

Litz R.E., 2004. Biotechnology and Mango Improvement. *Acta Horticulturae*, n° 645, p 85-92.

Lyer C.P.A., 1996. Advances in classical breeding and genetics in mango. *Acta Horticulturae*, n° 455, Vol 1, p 252-267.

Marchal J. Et Folliot M., 1992. Formation et utilisation des réserves en sucres et en amidon dans les parties aériennes du clémentinier en Corse. *Fruits*, Numéro spécial Agrumes : 228-240.

Ramburn N. et De Fontenay G., 2000. Mieux connaître les cultures vivrières et fruitières. *Diversification agricole. Prosi magazine* n° 372.

Raunet, M., 1991. Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion. Conséquences pour la mise en valeur agricole. Ed. CIRAD. p 285-290.

Scholefield P.B., Oag D.R. and Sedgley M., 1986. The relation between vegetative and reproductive development in the mango in Northern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 37: 425-433.

Scholefield P.B, Sedgley M., and Alexander D.McE., 1995. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral induction and development and yield in the avocado. *Scientia Horticulturae*, 25:99-110.

Singh, L.B., 1978. Mango: Indian Council of Agriculture Research, New Delhi, p 39-55.

Sprent P, 1992. Pratique des statistiques non paramétriques, INRA éditions.

Stassen P.J.C and B.P.H, 1991. Storage redistribution and utilization of starch in young bearing Sensation mango trees.

Tayllamin T, 2003. Rapport de stage, Densité de ramification des cultivars de la Réunion.

Sites Internet

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Manguier>

<http://kolwezikat.free.fr/Manguier.htm>

<http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/004/Y1982f.HTM>

http://www.montpellier.inra.fr/umr-bepc/fr/inra_t4.ht

Résumé

Le manguier est un arbre fruitier alternant ; son manque de productivité rend cette culture peu attrayante malgré la demande croissante en mangue. C'est dans un objectif d'exportation et de diversification que le CIRAD de la Réunion a entrepris d'acquérir des connaissances scientifiques et d'élaborer des solutions techniques permettant d'améliorer la production et sa qualité chez le manguier. La relation supposée entre la croissance végétative et la floraison implique une étude détaillée de la croissance végétative chez le manguier. Notre travail se situe dans ce contexte, avec l'étude de la charge en fruits sur la croissance végétative chez 7 variétés de manguier.

Par variété, cinq plants sont étudiés, dont deux ont été éclaircis, début novembre 2003, durant la nouaison. Les autres plants ont porté des fruits jusqu'à maturité. L'étude a porté sur la description de la réitération et de la ramification séquentielle : nombre d'axes émis, nombre d'UC des ces axes, et de leurs caractéristiques morphométriques (diamètre à la base, biomasse, nombre de feuilles, surface foliaire) et phénologiques (date d'apparition des UC).

Globalement, la charge en fruits affecte le démarrage végétatif des UC de départ. Parmi ces UC, celles qui repartent le moins sont les UC ayant porté des fruits. Les plants éclaircis ont une croissance végétative plus précoce que les plants chargés en fruits. Les axes restés végétatifs chez les plants chargés et non chargés contribuent plus largement à l'émission de la biomasse et de la surface foliaire. La suppression des puits de carbone par éclaircissage ou lors de la récolte permet un démarrage rapide de la croissance végétative, ce qui suggère une compétition du carbone entre les structures reproductrices et végétatives de l'arbre.

Mots clés : Manguier, éclaircissage, ramification séquentielle, morphométrie, phénologie, croissance végétative.